



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI



Norsk institutt for vannforskning

NIBIO RAPPORT | NIBIO REPORT

VOL.: 2, NR.: 42 2016

Overvåking Morsa 2014-2015

Resultater fra overvåking av innsjøer, elver og bekker i perioden
1. november 2014 – 31. oktober 2015



EVA SKARBØVIK, SIGRID HAANDE, MARIANNE BECHMANN OG BIRGER SKJELBRED

TITTEL/TITLE

OVERVÅKING MORSA 2014-2015. RESULTATER FRA OVERVÅKING AV INNSJØER, ELVER OG BEKKER I PERIODEN 1. NOVEMBER 2014 – 31. OKTOBER 2015

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

SKARBØVIK, E., HAANDE, S., BECHMANN, M. OG SKJELBRED, B.

DATO/DATE:	RAPPORT NR.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR.:	SAKSNR.:
01.03.2016	2/42/2016	Åpen	8965	
ISBN-NR:	ISBN DIGITAL VERSJON:	ISSN-NR.:	ANTALL SIDER:	ANTALL VEDLEGG:
978-82-17-01608-3	1	2464-1162	98	7 vedlegg

OPPDRAGSGIVER:

Vannområde Morsa

KONTAKTPERSON:

Marit Ness Kjeve og Carina R. Isdahl

STIKKORD/KEYWORDS:

Overvåking, eutrofiering, tilførsler av næringsstoff

Stikkord engelske: Monitoring, eutrophication, nutrient loads

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Vannovervåking

Water monitoring

SAMMENDRAG:

Rapporten gir resultater fra overvåkingen av innsjøene Vansjø, Mjær og Sæbyvannet, flere tilførselselver og –bekker til Vansjø, samt Mosseelva og Hølenelva i perioden 1. november 2014 – 31. oktober 2015. Resultatene inkluderer oversikter over konsentrasjoner av næringsstoffer og suspendert sediment i alle stasjoner, samt tarmbakterier i elver og bekker og klorofyll og algetellinger i innsjøer. Et infoark som er satt inn bakerst i rapporten oppsummerer resultatene (Vedlegg 7).

FYLKE/COUNTY:

Østfold og Akershus

STED/LOKALITET:

Vannområde Morsa

GODKJENT /APPROVED

PER STÅLNACKE

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

EVA SKARBØVIK

FORORD

Rapporten er utført på vegne av Vannområdeutvalget Morsa, som har fått finansiering fra Miljødirektoratet til overvåking og undersøkelser i Vansjø/Morsavassdraget. Undersøkelsene i perioden november 2014 - oktober 2015 er utført av et konsortium bestående av Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Undersøkelsene er en videreføring av tidligere års overvåking.

Følgende overvåking har vært utført (med hovedansvarlig institutt i parentes bak):

1. Overvåking av innsjøer (Mjær og Sæbyvann) oppstrøms Vansjø (NIVA)
2. Overvåking av elver og bekker (NIBIO)
3. Overvåking av Vansjø (NIVA)

Prosjektet har hatt følgende medarbeidere:

Elver og bekker: Eva Skarbøvik (NIBIO) har vært prosjektleder og ansvarlig for overvåking av tilførselselver. Marianne Bechmann og Hans Olav Eggestad (NIBIO) har hatt ansvar for tilførselsberegninger til vestre Vansjø. Bjørn Solberg (Bovim) har hatt ansvaret for manuell prøvetaking av elver og bekker. GLB har levert vannføringsdata fra stasjonene Høgfoss i Hobøelva og Mossefossen. Vannføring i Skuterudbekken er levert av JOVA-programmet (NIBIO/LMD). Kjemiske analyser er utført ved Eurofins Moss.

Innsjøer: Sigrid Haande (NIVA) har analysert og rapportert resultatene fra innsjøene. Birger Skjelbred (NIVA) har hatt ansvaret for planteplanktonanalyse, samt beregning av indekser og beskrivelse av planteplankton-samfunnet i de aktuelle innsjøene. Ronald Thorvaldsen har på oppdrag for MORSA tatt prøver i Vansjø og Sæbyvannet. NIVA har sammen med Ronald Thorvaldsen tatt prøver i Mjær. Kjemiske analyser er utført ved Eurofins Moss. Biologiske analyser (klorofyll-a, planteplankton og algetoksiner) er utført på NIVA.

Kvalitetssikring er utført av Per Stålnacke, NIBIO (tilførsler og overordnet kvalitetskontroll av rapporten) og Karl Jan Aanes, NIVA (innsjøer).

Oppdragsgivers kontaktperson har vært daglig leder ved Vannområde Morsa, Carina Rossebø Isdahl, frem til juni 2015, deretter hennes vikar Marit Ness Kjeve. Begge takkes for konstruktivt samarbeid underveis.

Ås februar 2016

Eva Skarbøvik

SAMMENDRAG

Utfyllende sammendrag er gitt som et faktaark bakerst i rapporten (Vedlegg 7).

Rapporten dokumenterer følgende overvåking i Vannområde Morsa:

- Overvåking av to innsjøer (Mjær og Sæbyvann) oppstrøms Vansjø
- Overvåking av til sammen 13 elve- og bekkestasjoner i Morsa, inkludert Hølenelva
- Overvåking av Vansjø, inkludert Storefjorden og Vanemfjorden

Overvåkingsåret gikk fra oktober 2014 til oktober 2015. Det var mye nedbør i perioden, og vannføringen i Hobøelva var den tredje høyeste som er målt siden 1977. Ingen av elvene eller bekkene oppnådde miljømålet for fosfor dette året. Samlede tilførsler av fosfor til Storefjorden ble beregnet til 21,6 tonn. Til vestre Vansjø ble det tilført 17,5 tonn, hvorav 3,8 tonn fra lokale bekkefelt. Vannføringsnormaliserte fosfortilførsler var jevnt over noe lavere enn gjennomsnittet for 2005-2015, med noen unntak. Kråkstadelva har fremdeles svært høye fosforkonsentrasjoner og også høye verdier av tarmbakterier. Det samme har Hølenelva. Fosfortilførslene i Hobøelva har gått ned i forhold til sedimenttransporten.

Storefjorden og Vanemfjorden er klassifisert til moderat økologisk tilstand i 2015. I perioden 2012-2015 har fosforkonsentrasjonene sunket noe for begge innsjøbasseng, til tross for økt nedbør disse årene. Dette kan ha sammenheng med at mye av nedbøren har kommet sent på høsten og om vinteren, mens fosforkonsentrasjonen måles fra mai til oktober. Utviklingen av nitrogenkonsentrasjonen i både Storefjorden og Vanemfjorden er preget av kraftige variasjoner fra år til år, men med et stabilt langtidsgjennomsnitt. Det har blitt observert en vesentlig tilbakegang i biomassen av *Microcystis*-arter i Vanemfjorden og Nesparken etter 2006. *Microcystis* antas å være hovedprodusenten av algegiften microcystin i Vansjø. Algen *Gonyostomum semen* har blitt mer dominerende i Vanemfjorden de siste årene. Fargetallet har økt uvanlig mye i innsjøen siden 2006-2007, noe som har medført en kraftig reduksjon i siktedyp og dermed algenes tilgang til lys.

Mjær vurderes å være i dårlig økologisk tilstand i 2015. Dette skyldes både en kraftig oppblomstring av algen *Gonyostomum semen* og oppblomstring av cyanobakterier i deler av vekstsesongen. Innholdet av totalfosfor har variert mellom 20-30 µg P/l siden midten av 1990-tallet, men har gått ned fra 2000 og frem til i dag.

Sæbyvannet vurderes å være i moderat økologisk tilstand i 2015. Det ble i 2015 tatt fosforprøver av bunnvannet som viser at det er en svak interngjødsling i innsjøen, men de største fosformengdene kommer fra tilførselselvene.

INNHold

1	INNLEDNING	7
1.1	Rapportens innhold	7
1.2	Vannområde Morsa og Vansjø-Hobølvassdraget	7
1.3	Hydrologi i rapporteringsperioden	7
2	OVERVÅKINGSSTASJONER OG METODIKK	11
2.1	Prøvetaking i Vansjø	11
2.2	Prøvetaking i øvrige innsjøer	12
2.3	Prøvetaking i elver og bekker	13
3	INNSJØER OPPSTRØMS VANSJØ	15
3.1	Mjær	15
3.2	Sæbyvannet	22
4	TILFØRSLER FRA ELVER OG BEKKER	31
4.1	Gjennomsnittlige konsentrasjoner	31
4.2	Tilførsler i rapporteringsperioden 2014-15	33
4.3	Vannføringsnormaliserte fosfortilførsler	35
4.4	Fosfortap per arealenhet	37
4.5	Tidsutvikling av fosfortilførsler i Hobølelva	39
5	VANNKVALITET I VANSJØ	41
5.1	Vansjø	41
5.2	Resultater fysisk-kjemiske forhold	42
5.3	Resultater biologiske forhold	47
5.4	Undersøkelser i Nesparken	51
5.5	Situasjonen i 2015 sammenlignet med tidligere år og vurdering av Vansjø i forhold til miljømålene	52
6	KONKLUSJON OG OPPSUMMERING	65
6.1	Miljøtilstanden sett i forhold til miljømålene	65
6.2	Fosforbudsjett	68
6.3	Utvikling av tilførsler	69
6.4	Langtidsutvikling i Vansjø	70
6.5	Utvikling i de seks andre innsjøene	71
7	REFERANSER	73
	VEDLEGG	75
	Vedlegg 1: Ordliste	77
	Vedlegg 2. Feltbeskrivelser	81
	Vedlegg 3. Metodikk– informasjon om prøvetaking, frekvens og parametere	85
	Vedlegg 4: Utfyllende informasjon om innsjøer oppstrøms Vansjø	91

Vedlegg 5. Utfyllende informasjon om Vansjø.....	95
Vedlegg 6. Næringsstoffbudsjett og arealspesifikke tilførsler	101
Vedlegg 7. Faktaark (Utvidet sammendrag).....	105

1 INNLEDNING

1.1 Rapportens innhold

Rapporten gir en oversikt over resultater fra overvåking i Vansjø, Mjær og Sæbyvannet, samt i elver og bekker i vannområde Morsa (figur 1.1) i perioden 1. november 2014 – 31. oktober 2015. I forhold til fjorårets rapport er innholdet i henhold til ønsker fra oppdragsgiver kortet ned. Derfor er store deler av feltbeskrivelsen lagt i Vedlegg 2, metodebeskrivelsen er for det meste i Vedlegg 3, utfyllende informasjon om innsjøene i Vedlegg 4 og 5, og næringsstoffbudsjettet i Vedlegg 6. I Vedlegg 1 finnes en forklarende liste over parametere som er undersøkt.

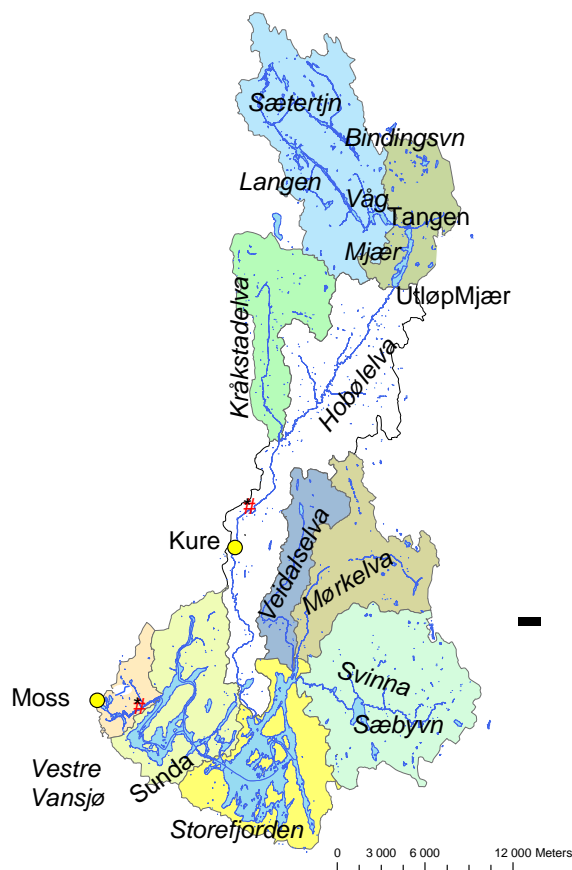
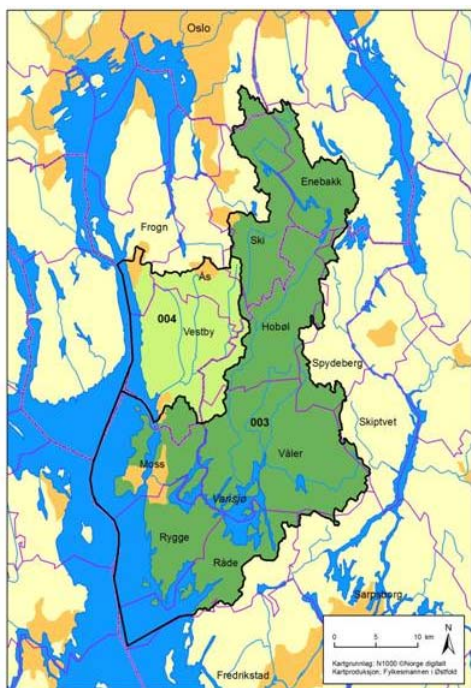
I tillegg til denne rapporten er det utarbeidet et faktaark som oppsummerer funnene, og dette er lagt ved rapporten i Vedlegg 7.

1.2 Vannområde Morsa og Vansjø-Hobølvassdraget

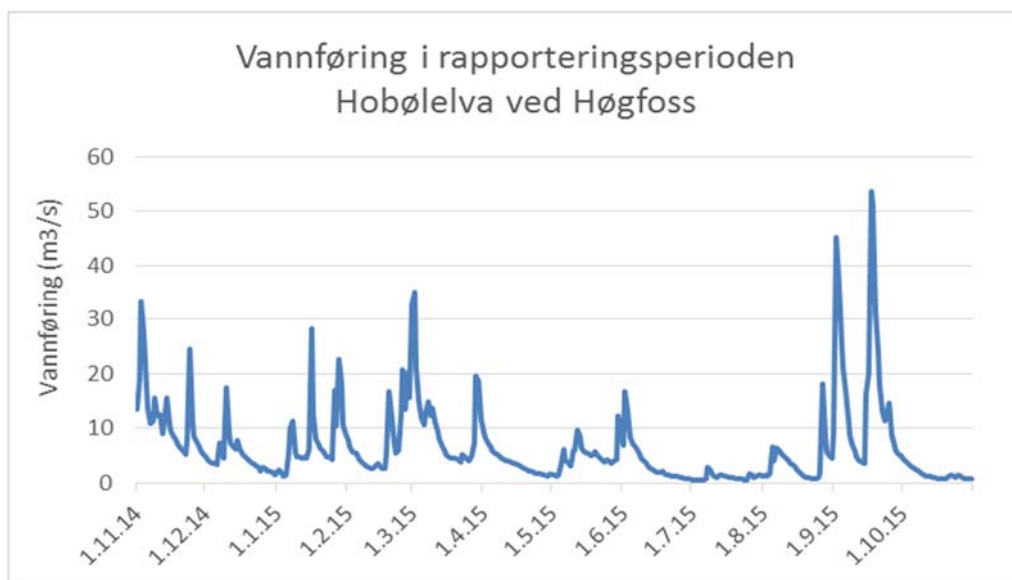
Vannområde Morsa (figur 1.1) består av Vansjø-Hobølvassdraget med kystområdene fra Drøbak i Frogn kommune i nord til Saltnes i Råde kommune i sør, samt Hølenvassdraget. Vannområdet ligger i fylkene Akershus og Østfold, og omfatter kommunene Oslo, Enebakk, Ski, Frogn, Ås, Vestby, Hobøl, Spydeberg, Våler, Moss, Rygge og Råde. Totalt dekker vannområdet 1.208 km² og har i overkant av 100.000 innbyggere. Mer informasjon om vannområdet finnes i Vedlegg 2.

1.3 Hydrologi i rapporteringsperioden

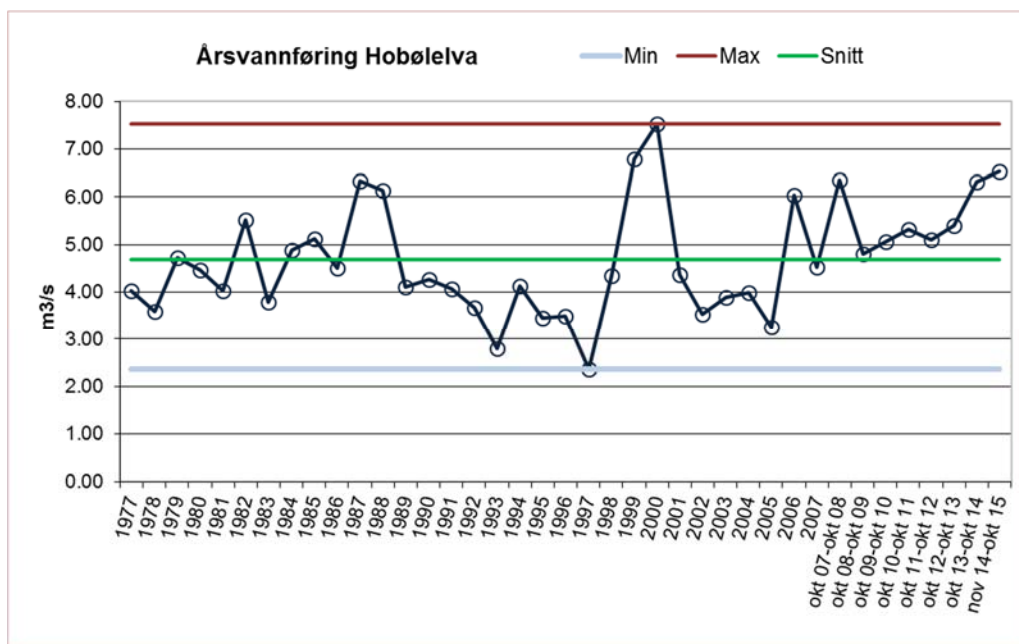
Figur 1.2 viser vannføringen i Hobølelva ved Høgfoss i rapporteringsperioden 1. november 2014 til 31. oktober 2015. De høyeste vannføringene kom høsten 2015. Totalt var det mye vann i elvene denne perioden; i Hobølelva gikk det til sammen 206 millioner m³/år, eller i snitt 6,5 m³/s, noe som er den tredje høyeste vannmengden siden vannføringsmålingene startet i 1977 (Figur 1.3). Bare 1999 og 2000 hadde mer vann i elvene enn i årets rapporteringsperiode. I dette prosjektet brukes gjennomsnittlig døgnvannføring i Hobølelva ved Høgfoss for 30-årsperioden 1977-2007 som «normalperiode». Normalen er på 140 millioner m³/år, noe som tilsvarer en gjennomsnittlig vannføring på ca. 4,6 m³/s.



Figur 1.1. Kart over hele nedbørfeltet til Vannområde Morsa (over), inkludert Hølenvassdraget og kystbekker, samt over Vansjø-Hobølvassdraget (høyre). Mer detaljerte kart over prøvetakingsstedene er gitt i metodekapitlet.



Figur 1.2. Vannføringsvariasjoner i rapporteringsperioden 1. november 2014 – 31. oktober 2015 i Hobølelva ved Høgfoss.

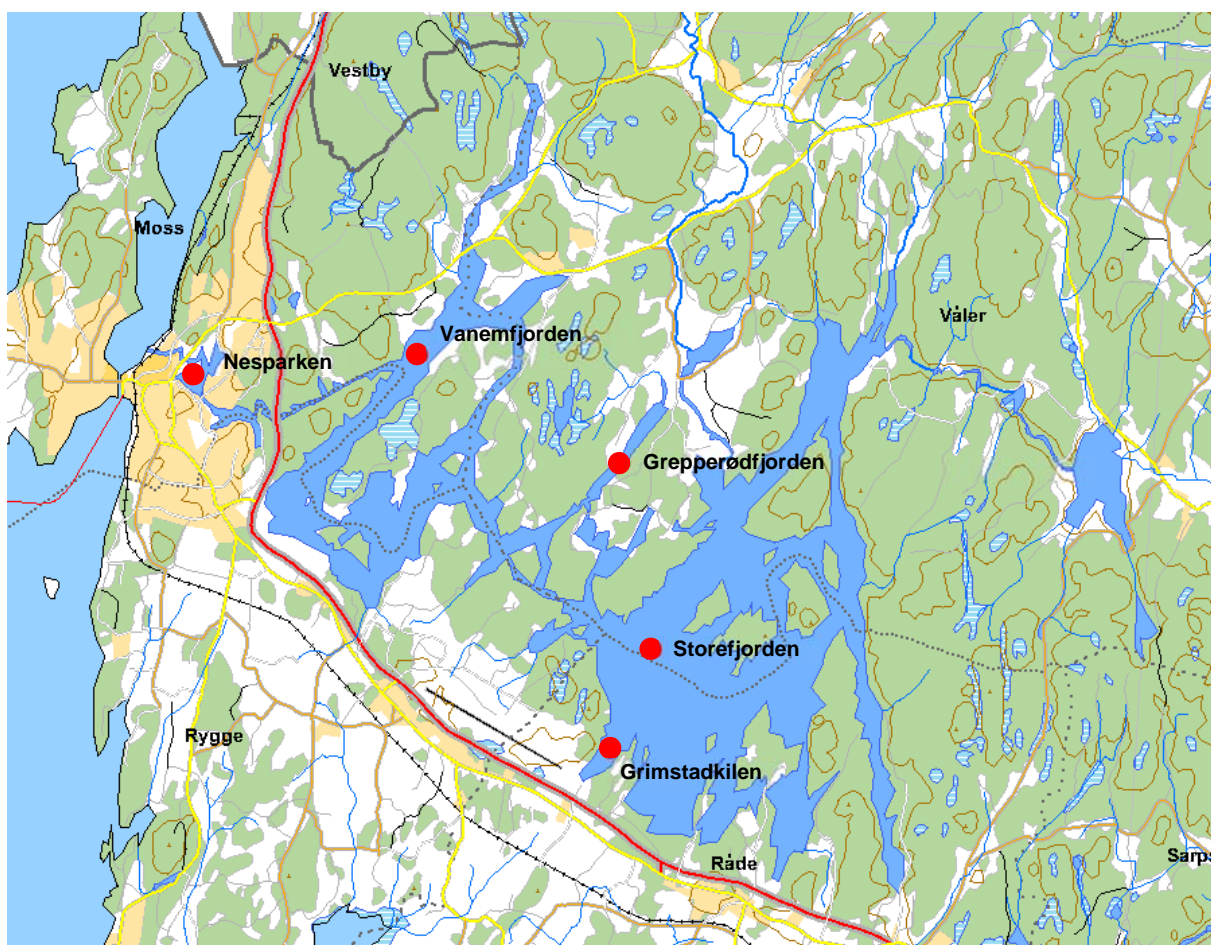


Figur 1.3. Årsvannføring i Hobølelva siden 1977, vist som gjennomsnittlig døgnvannføring i m³/s.

2 OVERVÅKINGSSTASJONER OG METODIKK

2.1 Prøvetaking i Vansjø

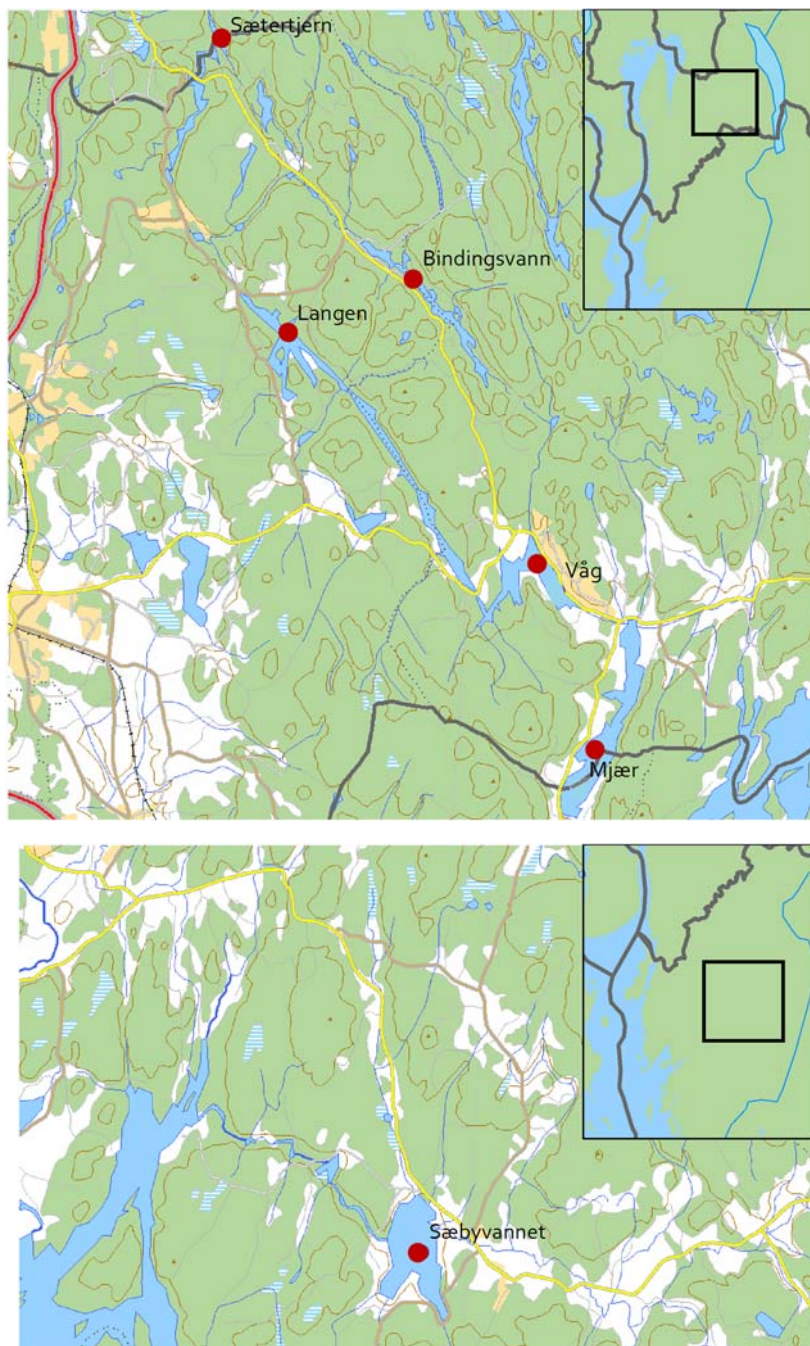
Overvåkingen av Vansjø ble i 2015 startet opp den 29. april og varte til og med den 14. oktober. Det ble tatt prøver hver 14. dag i hele perioden fra stasjonene i Vanemfjorden og Storefjorden (fig. 2.1). Ved stasjonen i Nesparken (fig. 2.1) ble det tatt prøver hver 14. dag fra juni til midten av august. Det ble ikke tatt noen prøver fra stasjonen i Grepperødfjorden og Grimestadkilen (fig. 2.1) i 2015. Vedlegg 3 gir en oversikt over prøveparametere og prøvefrekvens fra hver stasjon.



Figur 2.1. Målestasjoner for overvåking av Vansjø (Aquamonitor, NIVA). (Det ble ikke tatt prøver i Grepperødfjorden og i Grimestadkilen i 2015).

2.2 Prøvetaking i øvrige innsjøer

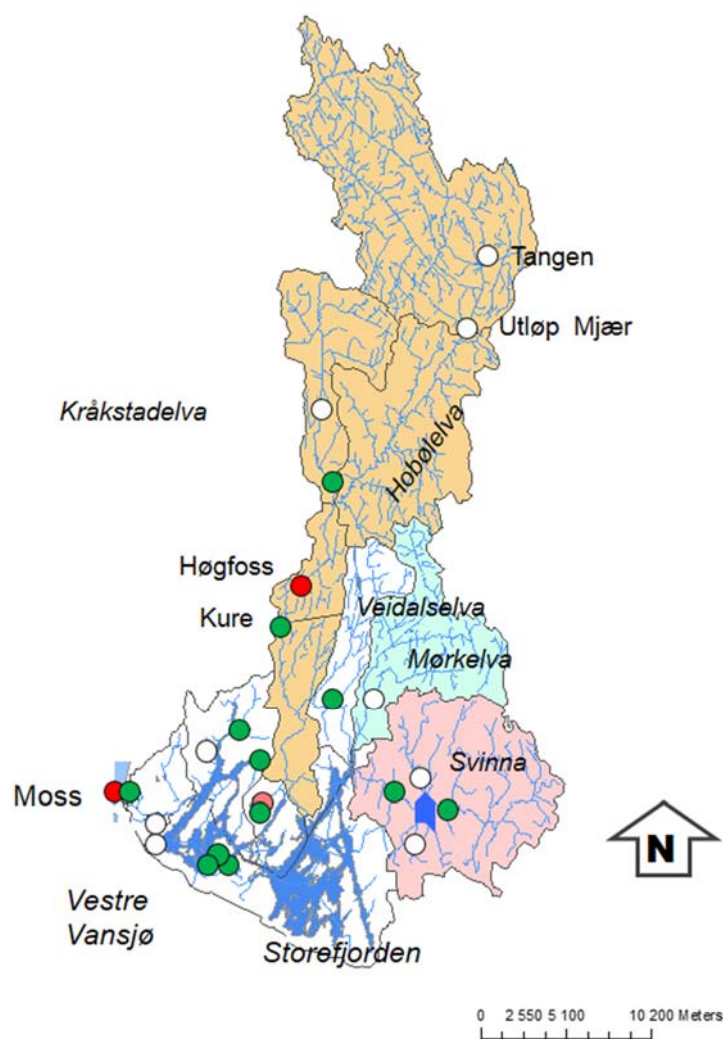
Kun Mjær og Sæbyvannet (fig. 2.2) ble inkludert i overvåkingen av innsjøene oppstrøms Vansjø i 2015. Sætertjern (fig. 2.2) ble sist overvåket i 2012, mens Bindingsvann, Langen og Våg (fig. 2.2) ble undersøkt i 2013. Overvåkingen pågikk i perioden 29. mai til 14. oktober 2015 med en prøvetakingsfrekvens hver 4. uke (Se Vedlegg 3 for målte parametere).



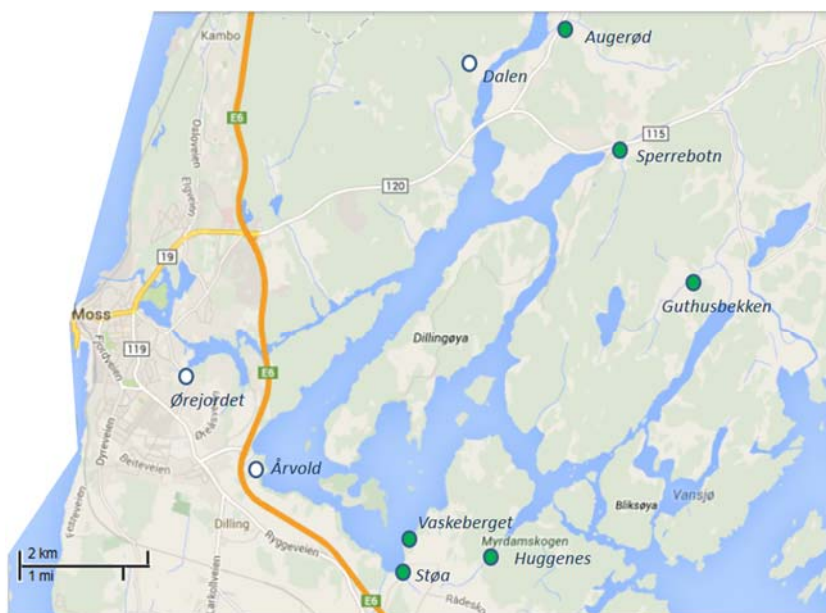
Figur 2.2. Beliggenhet av målestasjoner i innsjøene i Vansjø-Hobølvassdraget (Aquamonitor, NIVA). (Det ble ikke gjennomført overvåking i Morsa-regi i Sætertjernet, Bindingsvann, Langen eller Våg i 2015).

2.3 Prøvetaking i elver og bekker

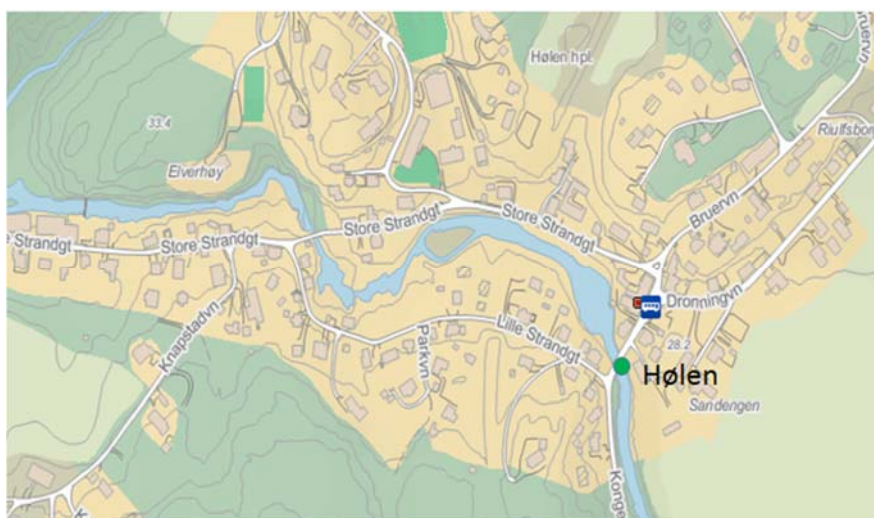
Elvestasjonene (figur 2.3) har i denne perioden omfattet følgende lokaliteter; Hobøelva ved Kure, Kråkstadelva ved innløp Hobøelva, Svinna inn- og ut (v/ Klypen) av Sæbyvannet, og Veidalselva. Stasjonen i Svinna oppstrøms Sæbyvannet ligger ovenfor renseanlegget. I nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva blir det tatt ut vannprøver i seks bekker (se detaljkart i figur 2.4). I tillegg kommer stasjonen i sundet mellom Storefjorden og Vanemfjorden, utløpet av innsjøsystemet, Mosseelva, som prøvetas ved Mossefossen. Det tas også prøver i en stasjon i Hølenelva, som er et nabovassdrag til Vansjø-Hobølvassdraget og som inngår i Vannområde Morsa (Figur 2.5).



Figur 2.3 Vansjø-Hobølvassdragets nedbørfelt med prøvelokaliteter i tilførselselver og -bekker. Røde sirkler er hydrologiske stasjoner, rosa sirkel er Guthus hydrologiske stasjon som ble nedlagt i 2013; grønne sirkler er vannkvalitets-stasjoner i bruk sesongen 2014/15; hvite sirkler er stasjoner som er prøvetatt tidligere. For vestre Vansjø, se mer detaljert kart i figur 2.4 og for Hølen kart i figur 2.5.



Figur 2.4. Prøvetaking i nedbørfeltet til vestre Vansjø og Mosseelva. Stasjonene Ørejordet, Dalen og Årvold er markert med hvite sirkler siden de ikke ble prøvetatt i denne perioden.



Figur 2.5. Kart som viser lokalisering av stasjonen i Hølen.

Øvrig informasjon om metodikk, inkludert metoder for tilførselsberegninger, vannføringsnormalisering, analyseparametere og prøvetakingsfrekvens, er gitt i Vedlegg 3. Metodikken er ikke endret siden i fjor med unntak av at tilførsler fra Mørkelva til Storefjorden er blitt estimert basert på tilførsler fra Veidalselva.

3 INNSJØER OPPSTRØMS VANSJØ

Innsjøene Sætertjernet, Bindingsvannet, Langen og Våg har ikke blitt undersøkt i Morsa-regi i 2014 og 2015. Sætertjern ble sist overvåket i 2012 og ble da klassifisert til god økologisk tilstand. Innsjøene Bindingsvannet, Langen og Våg ble sist overvåket i 2013. Bindingsvann ble klassifisert til god økologisk tilstand, mens Langen og Våg ble klassifisert til moderat økologisk tilstand (begge disse innsjøene ligger nær grensen til god økologisk tilstand). For utfyllende informasjon om tilstandsklassifisering av disse innsjøene, se Skarbøvik m.fl. (2014).

3.1 Mjær

Mjær		
	Innsjøkode:	003-292-L
	Beliggenhet:	Hobøl, Enebakk
	Vanntype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)
	Høyde over havet (m):	110
	Påvirkning:	Eutrofiering
	Innsjøareal (km ²):	1,67
	Middeldyp (m):	6,5

Vansjø-Hobøl vassdraget er et lavlandsvassdrag, og tilnærmet hele nedbørfeltet ligger under den marine grense. Delnedbørfeltet «Våg og Mjær» er dominert av skog, men det er også store områder med jordbruk, samt tettsteder og spredt bebyggelse. Mjær ligger i et område under den marine grense og det er derfor en del påvirkning av marin leire og innsjøen er påvirket av eutrofiering. Mjær er en kalkfattig, humøs innsjø. Kalsiumverdien ligger rett over grensen mellom kalkfattig og moderat kalkrik som er på 4 mg/l, men det antas at naturtilstanden er kalkfattig. Mjær har blitt overvåket siden 2008 i regi av vannområde Morsa, men det foreligger eldre overvåkingsdata som er vist i kap. 3.1.3. Prøvetakingsstasjonen er fra og med 2010 flyttet til innsjøens dypeste punkt (ca. 17 meters dyp). I 2008-2009 ble prøvene tatt i den sørlige delen av innsjøen, i et område hvor det bare var 5 meters dybde.

3.1.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

Temperatur og oksygen

I mange innsjøer etableres det en temperatursjiktning om sommeren med varmt overflatevann og kaldere bunnvann, og disse vertikale lagene er ofte så stabile at de ikke blandes. Algeveksten skjer primært i overflatelaget hvor det er tilgang på lys. Algene vil etter hvert sedimentere og nedbrytningen av dødt organisk materiale skjer i bunnvannet og sedimentet. Denne nedbrytningen forbruker oksygen, og det medfører en reduksjon i oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet. Dersom oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet blir lavere enn 0,5 mg/l kan det igangsettes prosesser der det frigis fosfor fra sedimentene.

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Vedlegg 4. Det var en moderat temperatursjiktning gjennom hele perioden, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå ved omtrent 6-8 meter. I perioden fra slutten av juli til og med oktober ble det målt under mellom 1-3 mg/l oksygen i bunnvannet. Oksygenfrie forhold i bunnvannet kan medføre en frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene. Tidligere feltmålinger fra den årlige overvåkingen i Mjær viser at det har vært lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet (1-2 mg/l) gjennom hele vekstsesongen, og tidvis også oksygenfrie forhold i deler av vekstsesongen. Det er ikke uvanlig at det utvikles oksygenfritt bunnvann i stabilt sjiktede næringsrike innsjøer i løpet av vekstsesongen.

Siktedyp og vannets farge

Resultatene vises i Vedlegg 4. Mjær har et høyt humusinnhold, og i tillegg påvirkes innsjøen av tilførsel av leirpartikler. Siktedypet lå mellom 1,0-1,7 meter i 2015, og det er sannsynlig at algeveksten til tider er lysbegrenset. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,5 m i 2015 (se tabell 3.1 for data fra 2008-2014).

I 2015 var det gjennomsnittlige fargeinnholdet 68,3 mg Pt/l (se tabell 3.1 for data fra 2008-2014). Vannets farge påvirkes av avrenning og data fra tidligere år viser at det er en sammenheng mellom nedbør og økning i fargeinnhold i vannet. I 2011 var det mye nedbør og flom i september, og dette medførte en spesielt stor økning i fargeinnholdet i innsjøen. I 2014 derimot var det en veldig varm og tørr sommer og det var lavere fargetall i innsjøen denne sommeren. En økning i fargetall vil være en faktor som påvirker siktedypet.

Suspendert stoff/Gløderest

Resultatene vises i Vedlegg 4. Mjær er en relativt grunn innsjø, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddreivet resuspensjon i innsjøbassenget påvirke innholdet av partikulært materiale. Det gjennomsnittlige innholdet av suspendert stoff og uorganisk partikulært materiale i 2015 var omtrent som i de tre foregående årene og ligger på et forventet nivå i forhold til innsjøens nedbørfelt samt værforhold og hydrologiske forhold i 2015.

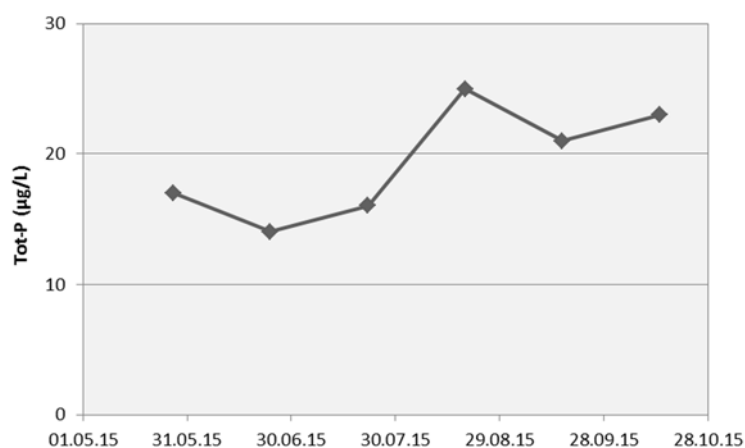
pH

Resultatene vises i Vedlegg 4. pH var i omtrent på 7,2 i mai og økte til over 8 i juni for deretter å variere mellom 7 og 8 i resten av undersøkelsesperioden. En slik økning i pH skyldes blant annet økt fotosyntetisk aktivitet.

Totalfosfor

Resultatene vises i Figur 3.1. Nedbørfeltet til Mjær består av områder over og under den marine grense og fosforinnholdet i denne innsjøen kan være bestemt av både fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale. I tillegg så kan en anta at det er noe avrenning fra tettstedet Ytre Enebakk, samt spredt bebyggelse og jordbruk rundt innsjøen. Mjær var også frem til høsten 2015 utslippspunkt for Ytre Enebakk renseanlegg. Konsentrasjonen av totalfosfor var høyest i august (25 µg P/l) og avtok litt utover i vekstsesongen. Det var ingen klar sammenheng mellom utviklingen av totalfosfor-innholdet og utvikling av algebiomassen i Mjær i 2015.

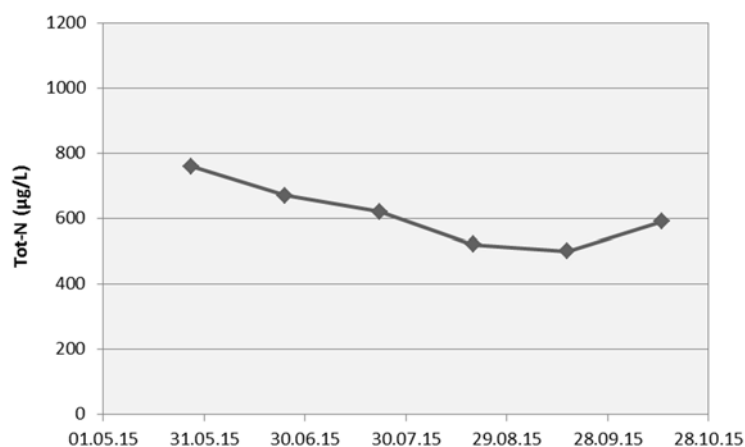
I Mjær var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 19,3 µg P/l i 2015, og dette er omtrent på samme nivået som de fem foregående årene (se tabell 3.1 for data fra 2008-2014). Det er relativt lave verdier av orto-fosfat gjennom hele vekstsesongen (<5 µg/l) og det kan være en fosforbegrensning av algeveksten i Mjær. (Vedlegg 4).



Figur 3.1. Totalfosfor i Mjær i 2015.

Totalnitrogen

Resultatene vises i Figur 3.2. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Mjær var høy i starten av vekstsesongen (760 µg N/l) og avtok deretter utover i vekstsesongen. Denne reduksjonen har sammenheng med algevekst og sedimentering av organisk bundet nitrogen. Gjennomsnittsverdien av totalnitrogen i 2015 var noe høyere enn i 2014, men lavere enn tidligere år (se tabell 3.1 for data fra 2008-2014). Da det ikke ble foretatt noen målinger av nitrat eller ammonium, er det vanskelig å si noe om en eventuell nitrogenbegrensning av algeveksten i Mjær.



Figur 3.2. Totalnitrogen i Mjær i 2015.

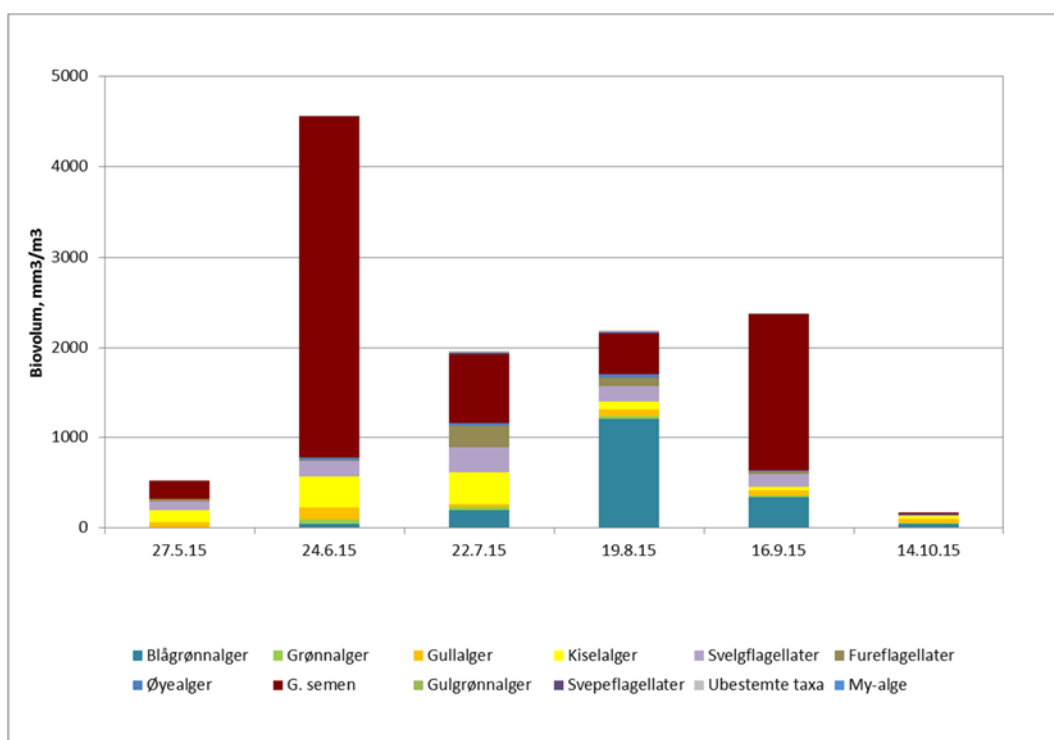
Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i Vedlegg 4. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Mjær, og den høyeste verdien ble målt i oktober. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC i 2015 var 9,6 mg C/l (2014: 6,5 mg C/l, 2013: 8,6 mg C/l, 2012: 8,2 mg C/l, 2011: 10,5 mg C/l, 2010: 8,1 mg C/l, 2009: 7,9 mg C/l og 2008: 7,1 mg C/l).

3.1.2 Resultater biologiske forhold

Planteplankton

I Mjør (Figur 3.3) var nåleflagellaten *Gonyostomum semen* til stede hele sesongen og dominerte planteplanktonsamfunnet. I august var det også en betydelig andel av cyanobakterien *Aphanizomenon klebahnii*. Det var i tillegg mindre andeler kiselalger og fureflagellater. De viktigste kiselalgene var *Tabellaria flocculosa*, fureflagellatene besto hovedsakelig av slektene *Gymnodinium* og *Peridinium*. Den gjennomsnittlige algebiomassen var 1,96 mg våtvekt/l i 2015 og dette var høyere enn de foregående årene (se tabell 3.1 for data fra 2008-2014). Dette skyldes hovedsakelig den kraftige oppblomstringen av *G. semen* i juni, og også oppblomstring av cyanobakterier seinere i vekstsesongen. Det har vært årlige moderate til kraftige oppblomstringer av *G. semen* i Mjør de årene overvåkingen har pågått (Vedlegg 4).



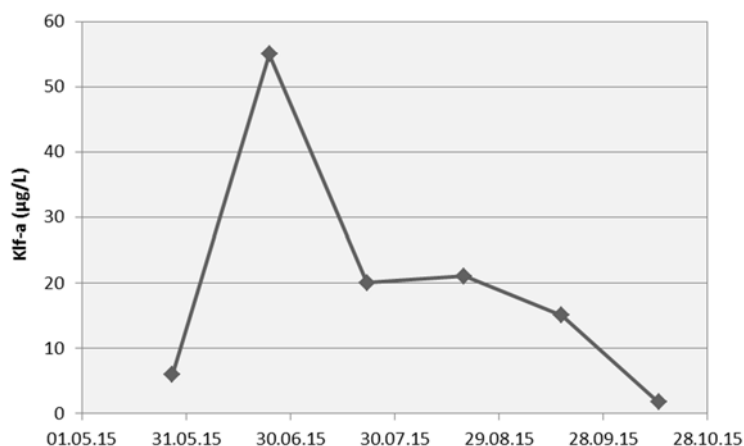
Figur 3.3. Variasjon i planteplanktonets mengde og sammensetning i Mjør i 2015.

Gonyostomum semen er en nåleflagellat og har de siste tiårene blitt dominerende i humøse vann på sørøstlandet, og det er flere aspekter ved forekomst og oppblomstring som fortsatt er ukjent. Typiske habitat hvor *G. semen* har evnene til å danne masseforekomst, er mindre innsjøer med mesotrofe forhold, ofte med mye humus og fosfor. *G. semen* betegnes gjerne som problematisk, da den i flere vann danner masseoppblomstringer hvor den dominerer store deler av planteplanktonsamfunnet og reduserer biodiversiteten betraktelig. Algen gir kløe og ubehag ved bading når den er til stede, og kan være et problem f.eks. for drikkevannsinntak da den tetter filtre.

Vann med slike store mengder *G. semen* kan være vanskelige å karakterisere, da den gir unaturlig høyt biomasseinnhold og klorofyll nivå uten at innsjøen nødvendigvis inneholder mye næringsstoffer. Det har blitt utviklet et nytt sett med indekser for planteplankton (biomasse (klorofyll og planteplanktonbiomasse), artssammensetning og bloom-indeks (cyanobakterier)), og erfaringene så langt er at en får en mindre streng tilstandsklassifisering av innsjøer som domineres av algen *G. semen* enn ved kun å bruke klorofyll.

Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 3.4. Analyse av klorofyll-a og algevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad utviklingen i algebiomassen, selv om det kan være en viss forskjell. Algenes klorofyll-innhold vil påvirkes av en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparameterne. I Mjær var det svært høyt innhold av klorofyll-a i juni og dette sammenfaller med høy biomasse av *G. semen*. Gjennomsnittsverdien av klorofyll-a i Mjær 2015 var på 19,8 µg/l og det er en økning fra de foregående årene (se tabell 3.1 for data fra 2008-2014).



Figur 3.4. Klorofyll-a i Mjær i 2015.

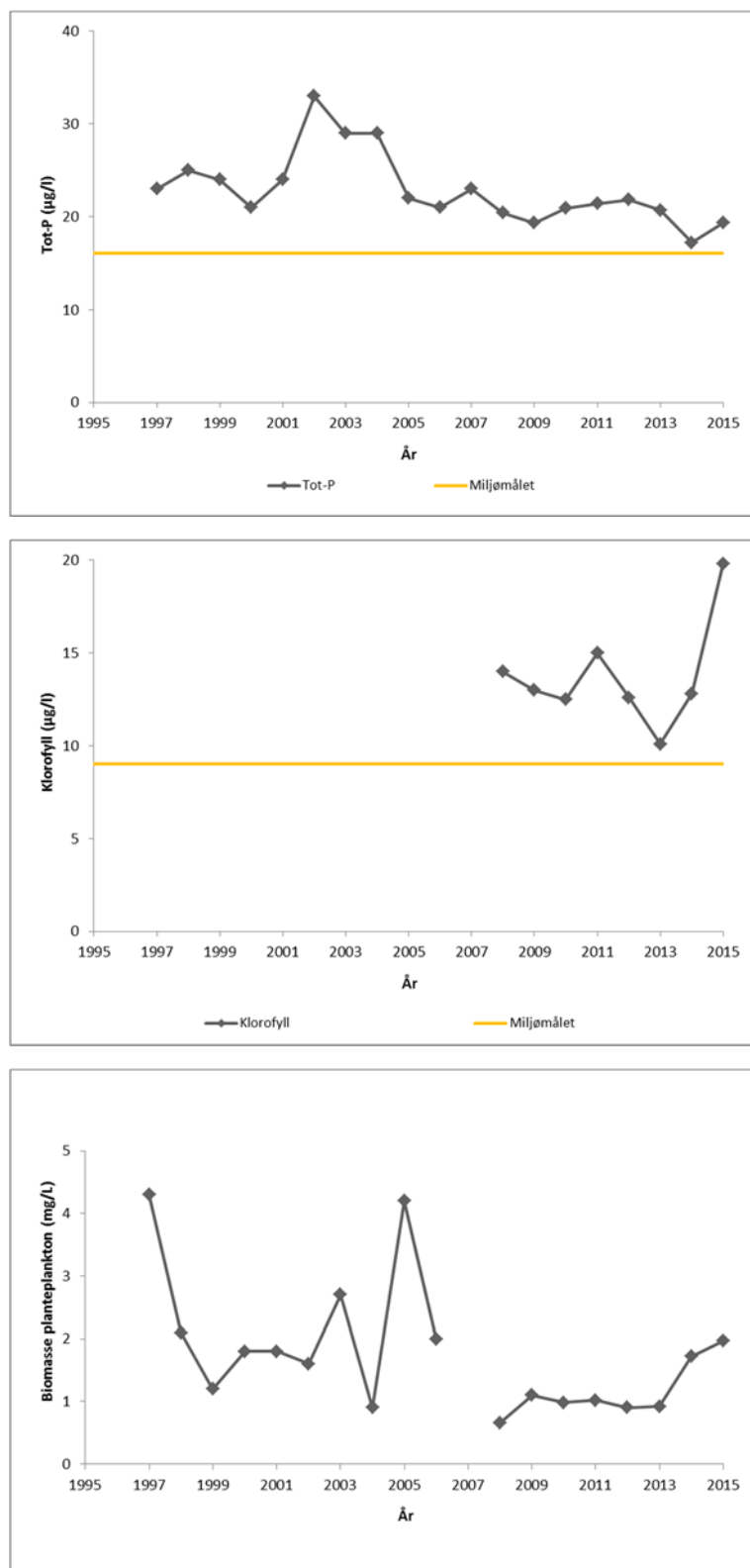
Høyeste verdier for totalt volum og klorofyll ble observert i prøvene fra juni. Gjennomsnittlig verdier for klorofyll a i vekstperioden var 19,8 µg l⁻¹, mens gjennomsnittlig verdier for totalt volum var 1,96 mm³ l⁻¹. Disse verdiene indikerer henholdsvis dårlig og moderat tilstand. Indeksen for sammensettingen av planteplanktonet (PTI) var 2,81; dette indikerer dårlig tilstand. Det var forholdsvis høye konsentrasjoner av cyanobakterier i prøven fra august, høyeste totale volum var 1,21 mm³ l⁻¹ som indikerer dårlig tilstand. Basert på planteplanktonet ble Mjær klassifisert som dårlig i 2015 med nEQR på 0,30.

Microcystin

I prøven fra juni ble det påvist små mengder microcystin, mens det ikke ble påvist microcystin seinere om sommeren da det var stor forekomst av cyanobakterier i Mjær. Ikke alle typer cyanobakterier produserer microcystin og den dominerende typen *Aphanizomenon klebahnii* er ikke kjent for å produsere microcystin. I juni var det litt *Planktothrix* i Mjær og denne cyanobakterien kan produsere microcystin.

3.1.3 Tidsserier og tilstand i 2015 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2015 er satt sammen med historiske data for total fosfor, biomasse av planteplankton og klorofyll-a (Figur 3.5). I Mjær har innholdet av Tot-P variert mellom 20-30 µg P/l siden midten av 1990-tallet, og det har skjedd en nedgang fra 2002 og frem til i dag. Det har vært en tilsvarende nedgang i planteplanktonbiomassen de siste årene, mens i år (2015) har det vært en økning.



Figur 3.5. Langtidsserier som viser årsmiddelverdier av totalfosfor-konsentrasjonen og biomasse av planteplankton i Mjøsa (Kilde: før 2008 er data fra Fylkesmannen i Oslo/Akershus, etter 2008 er data fra NIVA). Miljømålet (gul linje) er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand.

I henhold til vannforskriften skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametere (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametere. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. En ny norsk planteplanktonindeks er nå utviklet for klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriften. Vurderingen av økologisk tilstand er basert på klorofyll-a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetning (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomaks) (Se Vedlegg 3 for en detaljert beskrivelse av planteplanktonindeksen).

Planteplankton (PTI) er den eneste biologiske parameteren vi har analysert i denne undersøkelsen, og i tillegg har vi vurdert støtteparameterne total fosfor, total nitrogen og siktedyp. Alle innsjøene i Vansjø-Hobølvassdraget er humusrike og i tillegg er flere av innsjøene i nedre delen av vassdraget også sterkt påvirket av erosjonspartikler. Dette påvirker siktedypet og gjør denne parameteren lite egnet som et godt mål på eutrofiering. I selve tilstandsklassifiseringen har vi derfor valgt å vektlegge PTI sammen med totalfosfor og totalnitrogen.

Vurderingen av økologisk tilstand for Mjær iht. vannforskriften er vist i Tabell 3.1. PTI gir tilstandsklasse dårlig og totalfosfor gir tilstandsklasse moderat, og dette indikerer at Mjær har dårlig økologisk tilstand.

Tabell 3.1. Økologisk tilstand i Mjær i 2008-2015 i forhold til vannforskriften. Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand og er angitt for innsjøtype 7 (L-N3). Alle tall er årsgjennomsnitt (2013-2015: seks prøver pr. år, 2008-2012: ni prøver pr. år).

Mjær	Klorofyll -a µg/l	PTI* nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Sikte- dyp m	STS mg/l	Farge* mgPt/l	Biomasse alger mg/m ³
<i>Miljømål</i>	9	0,6	16	650	2,2			
2015	19,8	0,30	19,3	610	1,6	4,3	68,3	1965
2014	12,8	0,46	17,2	654	1,6	3,7	40,0	1720
2013	10,1	0,56	20,7	808	1,5	3,3	67,0	915
2012	12,6	0,53	21,8	813	1,5	3,4	67,6	892
2011	15,0	0,48	20,1	780	1,3	3,5	83,3	1015
2010	12,5	0,51	20,1	780	1,7	3,7		978
2009	13,0	0,49	19,3	678	1,5	4,6		1081
2008	14,0	0,48	20,4	706	1,4	4,6	53,5	664

*Fargetall ble ikke målt i 2009-2010

3.2 Sæbyvannet

Sæbyvannet		
	Innsjøkode:	003-295-L
	Beliggenhet:	Våler
	Vanntype:	L-N3 (Kalkfattig, humøs)
	Høyde over havet (m):	47
	Påvirkning:	Eutrofiering
	Innsjøareal (km ²):	1,54
	Middeldyp (m):	7,8

Vansjø-Hobøl vassdraget er et lavlandsvassdrag, og tilnærmet hele nedbørfeltet ligger under den marine grense. Delnedbørfeltet som drenerer til Sæbyvannet er dominert av skog, men det er også store områder med jordbruk, samt tettstedet Svinndal og spredt bebyggelse. Sæbyvannet ligger under marin grense, og er derfor betydelig påvirket av marin leire. Innsjøen er sterkt påvirket av eutrofiering. Sæbyvannet er en kalkfattig, humøs innsjø. Sæbyvannet har blitt overvåket siden 2005 i regi av vannområde Morsa, men det foreligger også eldre overvåkingsdata som er vist i kap. 3.2.3.

3.2.1 Resultater fysisk-kjemiske forhold

Temperatur og oksygen

I mange innsjøer etableres det en temperatursjiktning om sommeren med varmt overflatevann og kaldere bunnvann, og disse vertikale lagene er ofte så stabile at de ikke blandes. Algeveksten skjer primært i overflatelaget hvor det er tilgang på lys. Algene vil etter hvert sedimentere og nedbrytningen av dødt organisk materiale skjer i bunnvannet og sedimentet. Denne nedbrytningen forbruker oksygen, og det medfører en reduksjon i oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet. Dersom oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet blir lavere enn 0,5 mg/l kan det igangsettes prosesser der det frigis fosfor fra sedimentene.

Oksygen og temperaturutvikling gjennom prøvetakingsperioden vises i Vedlegg 4. Det var en klar temperatursjiktning gjennom hele perioden, med varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Sprangsjiktet lå ved omtrent 6-8 meter. I juli og august var det mindre enn 2 µg/l oksygen i ved 18 meters dyp og i september var det oksygenfritt ved 18 meter. I oktober var det sirkulasjon i vannmassene og godt med oksygen i bunnvannet. Tidligere feltmålinger fra den årlige overvåkingen i Sæbyvannet viser at det har vært lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet (1-2 mg/l) gjennom hele vekstsesongen, og tidvis også oksygenfrie forhold i deler av vekstsesongen. Det er ikke uvanlig at det utvikles oksygenfritt bunnvann i stabilt sjiktede næringsrike innsjøer i løpet av vekstsesongen. Sæbyvannet er en svært næringsrik innsjø, og det vil være uheldig om det også forekommer interngjødsling av fosfor fra sedimentene. Undersøkelser har vist at bunnsedimentene inneholder en høy grad av labilt fosfor (Ruikai mfl. 2012), og dette kan frigis til vannmassene under oksygenfrie forhold. Det ble tatt vannprøver like over bunn for å undersøke mulig interngjødsling (se avsnitt for totalfosfor og orto-fosfat for resultater).

Siktedyp og vannets farge

Resultatene vises i Vedlegg 4. Sæbyvannet har et høyt humusinnhold, og i tillegg påvirkes innsjøen av tilførsel og resuspensjon av leirpartikler. Siktedypet lå mellom 0,8-1,3 meter i 2015, og det er sannsynlig at algeveksten er lysbegrenset. Gjennomsnittlig siktedyp var 1,1 m i 2015 (se tabell 3.2 for data fra 2008-2014).

I 2015 var det gjennomsnittlige fargeinnholdet 97,3 mg Pt/l (se tabell 3.2 for data fra 2008-2014). Fargetallet var rundt 60 mg Pt/l fra mai til juli, men økte til over 140 mg Pt/l i september og oktober. Det var mye nedbør i september. Vannets farge påvirkes av avrenning, og data fra tidligere år viser at det er en sammenheng mellom nedbør og økning i fargeinnhold i vannet. I 2011 var det mye nedbør og flom i september, og dette medførte en spesielt stor økning i fargeinnholdet i innsjøen. I 2014 derimot var det en veldig varm og tørr sommer, og det var lavere fargetall i innsjøen denne sommeren. En økning i fargetall vil være en faktor som påvirker siktedypet.

Suspendert stoff/Gløderest

Resultatene vises i Vedlegg 4. Sæbyvannet er en relativt grunn innsjø, og i tillegg til varierende tilførsler fra nedbørfeltet vil også vinddrevet resuspensjon i innsjøbassenget påvirke innholdet av partikulært materiale. Sæbyvannet er i tillegg påvirket av tilført leirmateriale. Tidligere resultater har vist at det ved store nedbørmengder og flom har vært en kraftig økning i innholdet av partikulært materiale i Sæbyvannet. Dette skjedde i 2008 og i 2011. Mye nedbør i september økte innholdet av partikulært materiale i innsjøen sammenlignet med resten av overvåkingsperioden i 2015.

pH

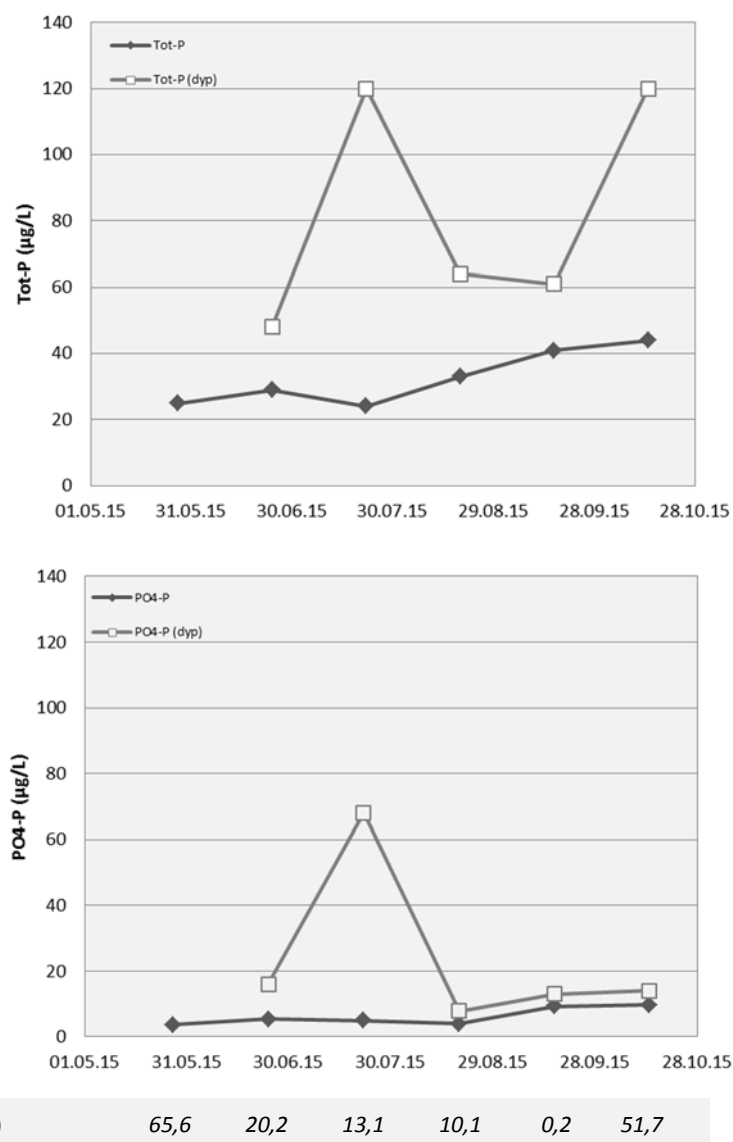
Resultatene vises i Vedlegg 4. pH var rundt 7,2 i starten av sommeren, men økte til rundt 8 i vekstperioden på sommeren. Denne økningen i pH skyldes blant annet økt fotosyntetisk aktivitet.

Totalfosfor og ortofosfat

Resultatene vises i Figur 3.6. Nedbørfeltet til Sæbyvannet består av områder over og under den marine grense og fosforinnholdet i denne innsjøen kan være bestemt av både fosfor som er bundet til organisk materiale og fosfor bundet til tilført leirmateriale. I tillegg kan en anta at det er noe avrenning fra tettstedet Svinndal, samt spredt bebyggelse og jordbruk rundt innsjøen. Svinndal renseanlegg ligger ved Svinna oppstrøms Sæbyvannet. Undersøkelser har vist at det er overløp av kommunalt avløpsvann pga. innlekking av regnvann i avløpssystemet og avløpsvann i overvannsnett (Lyche-Solheim mfl. 2013).

Det var gjennomgående moderate til høye konsentrasjoner av totalfosfor i Sæbyvannet i 2015. Konsentrasjonen av totalfosfor økte fra rundt 30 µg P/l i august til over 40 µg P/l i september og oktober etter mye regnvær som kan ha transportert erosjonsmateriale og partikkelbundet fosfor til innsjøen. Det var ingen klar sammenheng mellom utviklingen av totalfosfor-innholdet og utvikling av algebiomassen i Sæbyvannet i 2015. Innsjøene nedover i vassdraget, som Sæbyvannet, påvirkes mer enn innsjøene helt nord i vassdraget. I Sæbyvannet var gjennomsnittsverdien for totalfosfor 32,7 µg P/l i 2015 og dette er på samme nivå som i 2014 og noe lavere enn de tre årene før det (se tabell 3.2 for data fra 2008-2014). Fosforinnholdet i Sæbyvannet er blant annet styrt av transport av erosjonspartikler fra nedbørfeltet og dermed av parametere som nedbørmengden, antall flomperioder, hyppighet og omfang av ras og antall vinterdager med frost og snø. Variasjoner i nedbør og vannføring kan medføre svingninger i fosforinnhold i Sæbyvannet, og dette forklarer år til år variasjonene i totalfosforinnhold i innsjøen. Det ble i 2015 også inkludert målinger av orto-fosfat (PO₄-P) fra Sæbyvannet. Resultatene viser at konsentrasjonen av orto-fosfat lå på 10 µg/l gjennom hele sommeren

for så å øke i september og oktober etter mye nedbør. Gjennomsnittsverdien for orto-fosfat for 2015 var 6,1 µg/l. Dette viser at det kan ha vært forsbegrensning av algeveksten i Sæbyvannet.



Figur 3.6. Totalfosfor og orto-fosfat (PO₄-P) i Sæbyvannet i 2015 ved overflaten (0-4m) og ved bunnen (18m). I den nederste grå boksen vises oksygenmetning i bunnvannet (18 m) i Sæbyvannet de dagene prøvene er tatt.

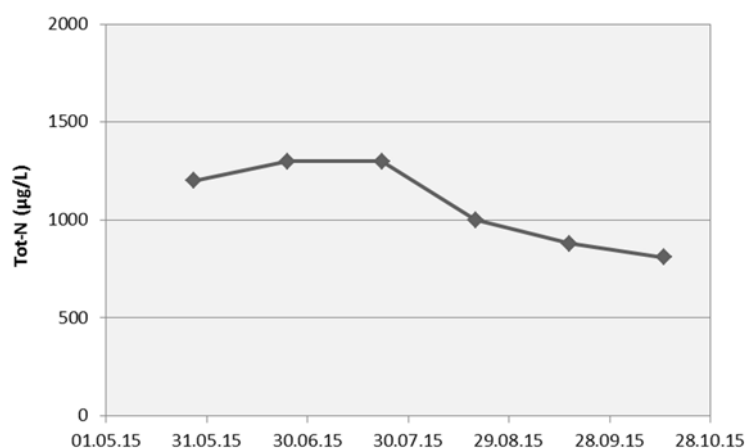
Interngjødsling

Resultatene vises i figur 3.6. I tillegg til prøver av totalfosfor og ortofosfat ved overflaten (0-4m) ble det tatt prøver rett over bunn (18m) for å undersøke mulig interngjødsling i innsjøen. Resultatene viser at verdiene av totalfosfor og ortofosfat er noe høyere ved bunn enn ved overflaten. Så lenge det er oksygen til stede vil det ikke forekomme fosforlekkasje fra sedimentene og fosforkonsentrasjon ved bunn vil bli påvirket av sedimentering og nedbryting av dødt organisk materiale. Det var imidlertid ingen klar sammenheng mellom oksygenforholdene i bunnvannet og fosforinnholdet. I juli ble det målt høyt totalfosfor og fosfat-innhold i bunnvannet og i oktober ble det målt høyt innhold av totalfosfor, men ikke tilsvarende av fosfat (se figur 3.6).

I september, da det var oksygenfrie forhold i bunnvannet ble det målt noe høye verdier av fosfor enn i overflatevannet, men lavere enn i juli og oktober. Hvorfor det ble målt høye fosforverdier i juli og oktober, kan ikke kun skyldes frigivelse av fosfat fra sedimentene. Nedbrytning av organisk materiale vil gi mer fosfor i bunnvannet. Dersom prøven har blitt tatt for nært sedimentoverflaten, vil det også kunne være fosforrike sedimentpartikler i vannet som kan ha påvirket prøven. Resultatene indikerer at det lekker noe fosfor fra sedimentene i Sæbyvannet under anoksiske forhold, men at utlekkingen er liten. F.eks. i Kolbontvann i Oppegård kommune hvor man tidligere har hatt store problemer med lekkasje av fosfor fra sedimentene er forskjellen mellom fosforkonsentrasjonen ved overflaten og bunn markant (Haande og Skogan 2014) og vesentlig høyere enn det som er observert i Sæbyvannet. Interngjødslingen i Sæbyvannet har mest sannsynlig liten betydning for fosforkonsentrasjonen i vannet sammenlignet med eksterne tilførsler da lekkasjen fra sedimentet synes å være relativt svak.

Totalnitrogen

Resultatene vises i figur 3.7. Konsentrasjonen av totalnitrogen i Sæbyvannet var høy i starten av vekstsesongen (1200 µg N/l) og avtok deretter noe utover i vekstsesongen. Denne reduksjonen har sammenheng med algevekst og sedimentering av organisk bundet nitrogen. Gjennomsnittsverdien av totalnitrogen i 2015 var 1082 µg N/l (se tabell 3.2 for data fra 2008-2014). Det er verdt å legge merke til at det skjedde en betydelig reduksjon i innholdet av totalt nitrogen i perioden 2008-2010. Det er for tidlig å konkludere om denne reduksjonen skyldes tilfeldige variasjoner eller langvarige endringer i tilførsler av nitrogen fra nedbørfeltet. Da det ikke ble foretatt noen målinger av nitrat eller ammonium, er det vanskelig å si noe om en eventuell nitrogenbegrensning av algeveksten i Sæbyvannet.



Figur 3.7. Totalnitrogen i Sæbyvannet i 2015.

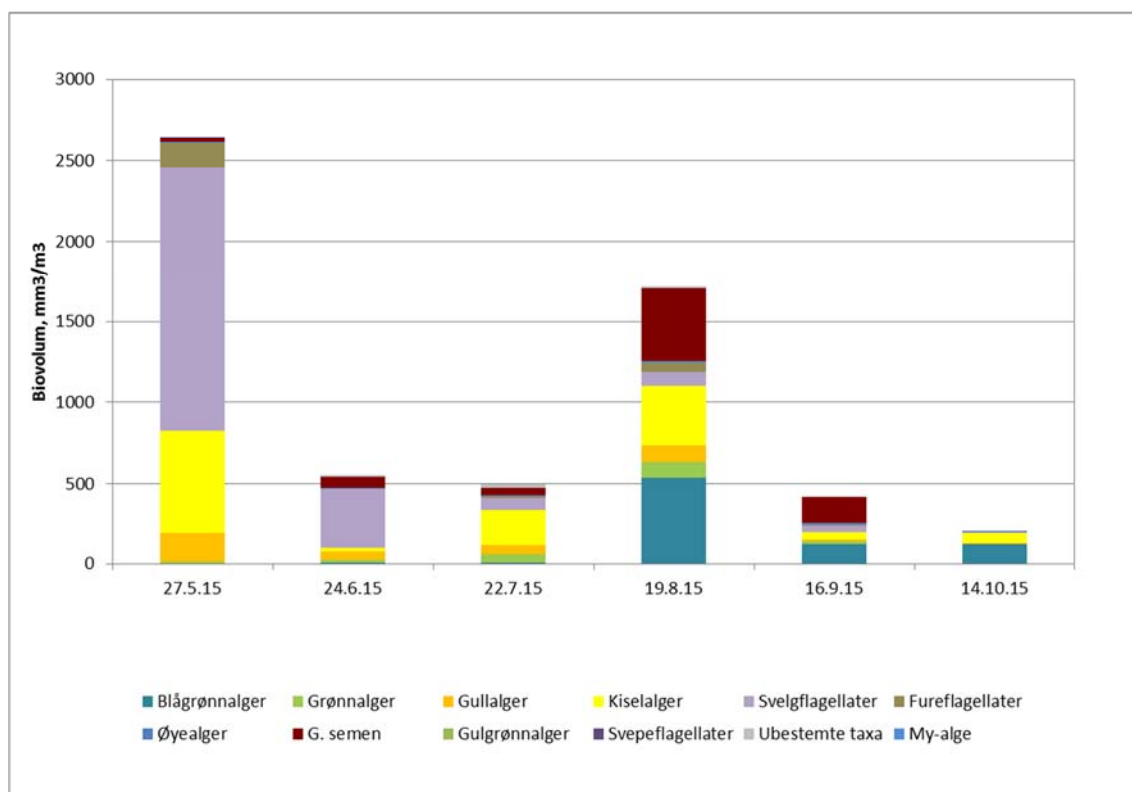
Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i Vedlegg 4. Det ble målt relativt høye verdier av TOC i Sæbyvannet, og den høyeste verdien ble målt i oktober. Gjennomsnittlig konsentrasjon av TOC i Sæbyvannet varierer noe fra år til år, men ligger mellom 9-13 mg C/l (2015: 12,3 mg C/l, 2014: 9,9 mg C/l, 2013: 11,0 mg C/l, 2012: 10,3 mg C/l, 2011: 12,7 mg C/l, 2010: 11,0 mg C/l, 2009: 9,1 mg C/l og 2008: 10,4 mg C/l).

3.2.2 Resultater biologiske forhold

Planteplankton

I Sæbyvannet (figur 3.8) var det i mai en dominans av svelgflagellater fra slekten *Cryptomonas* som utgjorde det meste av biomassen, med mindre andeler kiselalger, gullalger og fureflagellater. I prøven fra august dominerte cyanobakterien *Woronichinia naegeliana* og nåleflagellaten *Gonyostomum semen*. De viktigste kiselalgene var *Tabellaria flocculosa* og *Aulacoseira* spp. Det var ingen stor oppblomstring av hverken *G. semen* eller cyanobakterier. Den gjennomsnittlige algebiomassen var 1,0 mg våtvekt/l i 2015 og dette er lavere enn tidligere år (se tabell 3.2 for data fra 2008-2014). Det har vært årlige oppblomstringer av *G. semen* i Sæbyvannet de tre foregående år, mens det i 2013-15 var relativt lave konsentrasjoner av *G. semen*. Denne algen har de siste tiårene blitt dominerende i humøse vann på sørøstlandet, og det er flere aspekter ved forekomst og oppblomstring som fortsatt er ukjente. *G. semen* vil kunne forårsake hudirritasjoner ved bading, og det er derfor viktig å overvåke forekomsten nøye.

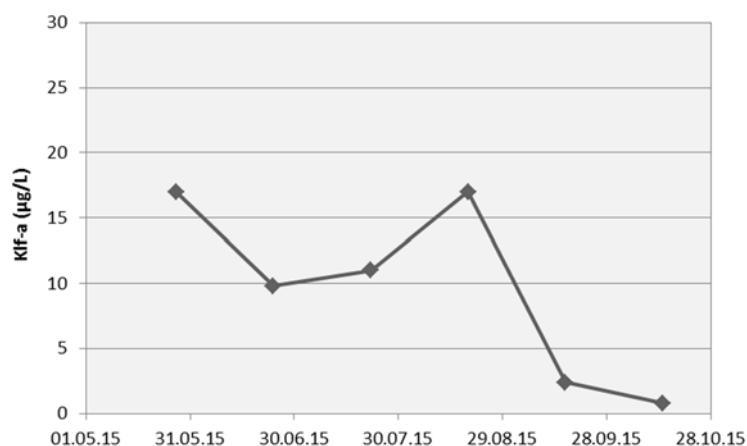


Figur 3.8. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Sæbyvannet i 2015.

Klorofyll-a

Resultatene vises i Figur 3.9. Analyse av klorofyll-a og algevolum er to forskjellige måter å beregne algebiomassen på. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad utviklingen i algebiomassen, selv om det kan være en viss forskjell. Algenes klorofyllinnhold vil påvirkes av en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparameterne. I Sæbyvannet var det høyest konsentrasjon av klorofyll-a i mai, for så å avta utover i sesongen. I august var det igjen litt større mengde klorofyll-a for så å

avta igjen. I Sæbyvannet var gjennomsnittsverdien av klorofyll-a i 2015 på 9,7 $\mu\text{g/l}$ og dette er lavere enn i mange av de foregående årene (se tabell 3.2 for data fra 2008-2014).



Figur 3.9. Klorofyll-a i Sæbyvannet i 2015.

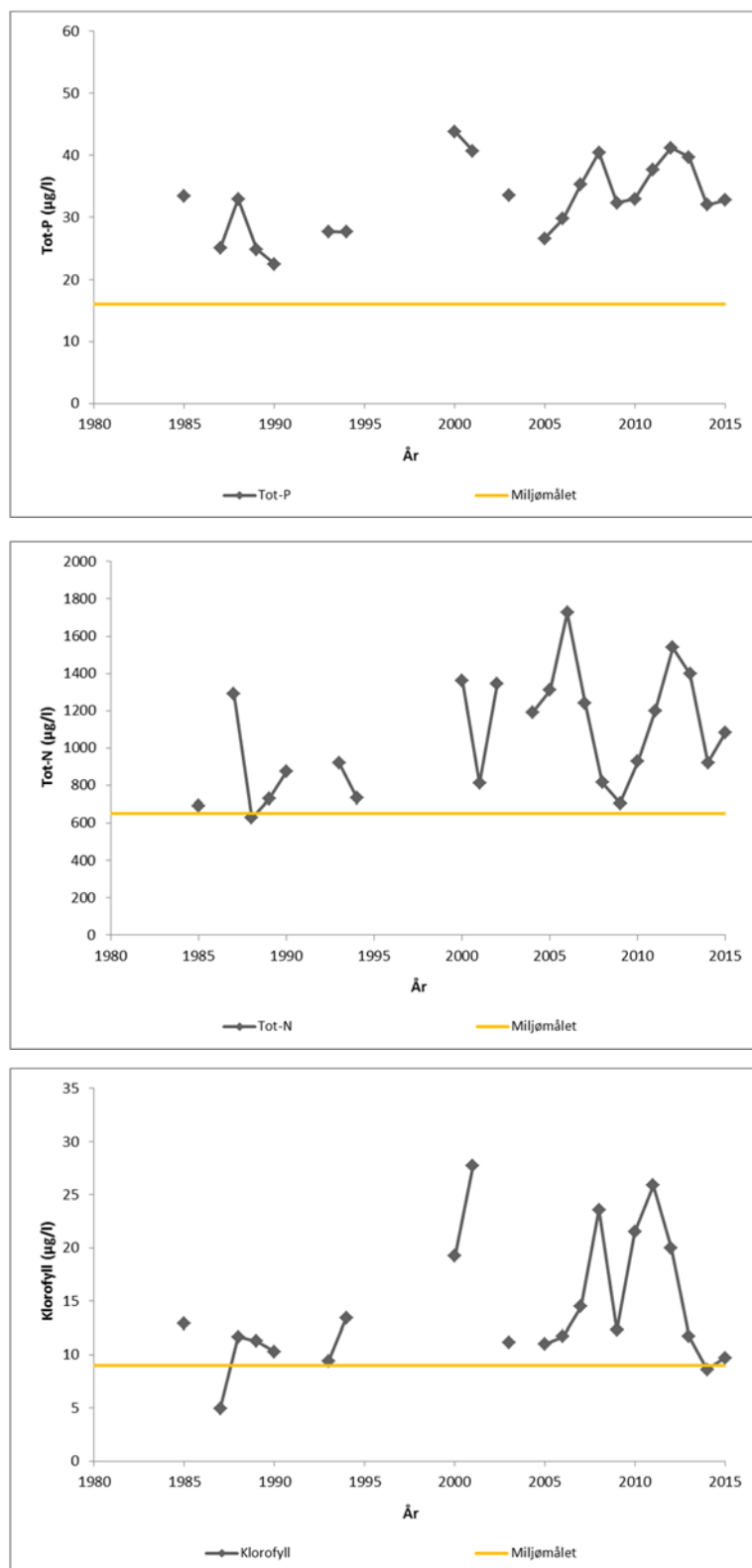
Høyeste verdier for totalt volum og klorofyll ble observert i prøvene fra mai og august. Gjennomsnittlig verdi for klorofyll a i vekstperioden var $9,7 \mu\text{g l}^{-1}$, mens gjennomsnittlig verdi for totalt volum var $1,01 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$. Disse verdiene indikerer moderat tilstand. Indeksen for sammensettingen av planteplanktonet (PTI) var 2,60; dette indikerer også moderat tilstand. Det var forholdsvis lave konsentrasjoner av cyanobakterier, høyeste totale volum var $0,54 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ som indikerer god tilstand. Basert på planteplanktonet ble Sæbyvannet klassifisert som moderat i 2015 med nEQR på 0,49.

Microcystin

Det ble ikke påvist microcystin i noen av prøvene fra Sæbyvannet i 2015.

3.2.3 Tidsserier og tilstand i 2015 i forhold til miljømålene

Dataene fra 2015 er satt sammen med historiske data for total fosfor, klorofyll-a og total nitrogen (figur 3.10). Fra Sæbyvannet foreligger det spredte analysedata fra 1982 og frem til i dag. Innholdet av Tot-P og klorofyll viser en svakt økende tendens i løpet av hele denne perioden, med en topp rundt 2000. De siste årene har det vært oppblomstringer av *G. semen* i Sæbyvannet, men det har imidlertid vært lite *G. semen* i 2014-2015. For Tot-N har det også vært økende verdier frem til 2006, og deretter har det vært en betydelig tilbakegang frem mot 2009. I perioden 2010-2013 har det igjen vært en økning i totalnitrogen-konsentrasjonen for så å synke i 2014-2015.



Figur 3.10. Langtidsserier som viser årsmiddelverdier for konsentrasjoner av totalfosfor, klorofyll-a og totalnitrogen i Sæbyvannet (Kilde: før 2005 er data fra Fylkesmannen i Østfold, etter 2005 er data fra NIVA). Miljømålet (gul linje) er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand.

I henhold til vannforskriften skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametere (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametere. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. En ny norsk planteplanktonindeks er nå utviklet for klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriften. Vurderingen av økologisk tilstand er basert på klorofyll-a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetning (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomaks) (Se Vedlegg 3 for en detaljert beskrivelse av planteplanktonindeksen).

Planteplankton (PTI) er den eneste biologiske parameteren vi har analysert i denne undersøkelsen, og i tillegg har vi vurdert støtteparametere total fosfor, total nitrogen og siktedyp. Alle innsjøene i Vansjø-Hobølvassdraget er humusrike og i tillegg er flere av innsjøene i nedre delen av vassdraget også sterkt påvirket av erosjonspartikler. Dette påvirker siktedypet og gjør denne parameteren lite egnet som et godt mål på eutrofiering. I selve tilstandsklassifiseringen har vi derfor valgt å vektlegge PTI sammen med totalfosfor og totalnitrogen.

Vurderingen av økologisk tilstand for Sæbyvannet iht. vannforskriften er vist i Tabell 3.2. PTI gir tilstandsklasse moderat og total fosfor gir tilstandsklasse dårlig. Dette indikerer at Sæbyvannet har moderat økologisk tilstand. Den økologiske tilstanden i 2013-2015 er en klasse bedre enn perioden 2010-2012, og dette skyldes at det er lavere biomasse av alger og ingen kraftig oppblomstring av *G. semen* i Sæbyvannet i 2013-2015.

Tabell 3.2. Økologisk tilstand i Sæbyvannet i 2008-2015 i forhold til vannforskriften. Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand og er angitt for innsjøtype 7 (L-N3). Alle tall er årsgjennomsnitt (2013-2015: seks prøver pr. år, 2008-2012: ni prøver pr. år).

Sæby vannet	Klorofyll -a µg/l	PTI* nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Sikte- dyp m	STS mg/l	Farge* mgPt/l	Biomasse alger mg/m ³
Miljømål	9	0,6	16	650	2,2			
2015	9,7	0,49	33,0	1082	1,1	7,1	97,3	1008
2014	8,6	0,51	32,0	920	0,9	7,1	75,4	1015
2013	11,7	0,55	39,7	1397	0,8	8,9	92,2	1448
2012	20,0	0,37	41,2	1539	0,9	8,3	92,5	1982
2011	25,9	0,32	37,7	1197	0,8	8,1	121,5	1785
2010	21,5	0,35	32,9	926	1,0	7,2		1171
2009	12,3	0,52	32,3	703	1,0	6,9		1829
2008	23,6	0,41	40,4	814	0,9	7,4	88,6	3134

*Fargetall ble ikke målt i 2009-2010

4 TILFØRSLER FRA ELVER OG BEKKER

4.1 Gjennomsnittlige konsentrasjoner

Tabell 4.1 viser gjennomsnittlig konsentrasjon for perioden 1. november 2014 – 31. oktober 2015 av SS, TP og TN i elver og bekker, samt for Sundet mellom de to innsjøbassengene. Miljømål for TP er også vist, basert på Haande m.fl. (2011) og Direktoratgruppen (2009). I tillegg viser tabellen 90-persentilen av tarmbakterier. I beregningen av alle gjennomsnittskonsentrasjoner ble prøver tatt spesielt i flomepisoder utelatt. Snittene er basert på prøver tatt hver 14. eller 28. dag; se Vedlegg 3 for prøvetakingsfrekvens i hver stasjon.

Tabell 4.1. Gjennomsnittskonsentrasjoner (90-persentilen for TKB) i alle elve- og bekkestasjoner, samt i Sundet. SS = partikler, TP= totalfosfor, TN= total nitrogen, TKB= termotolerante koliforme bakterier.

Stasjoner	SS	TP	TP miljømål	TN	TKB (90 persentil)
Elver/bekker i østre del	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	Ant/100ml
Kråkstadelva	48	106	60	3763	2100
Hobølelva v/Kure*	37	61	40	1618	824
Veidalselva	39	76	50	1556	828
Svinna oppstrøms Sæbyvannet	22	55	50	1302	940
Svinna v/ Klypen	18	42	29	922	158
Bekker til vestre Vansjø:					
Guthus	17	66	-	1040	1500
Sperrebotn	20	56	-	1307	800
Augerød**	40	105	50	2220	819
Støa	32	178	40	4771	1040
Vaskeberget	29	180	-	9525	462
Huggenes	35	113	50	4571	888
Sundet og Mosseelva:					
Sundet	6	25	16	981	***
Mosseelva	7	30	29	915	66
Hølenvassdraget:					
Hølen	34	101	-	2672	1500

* I denne stasjonen var i tillegg gjennomsnitt for fargetall 73 mg Pt/l, og for TOC var snittet 10 mg/l.

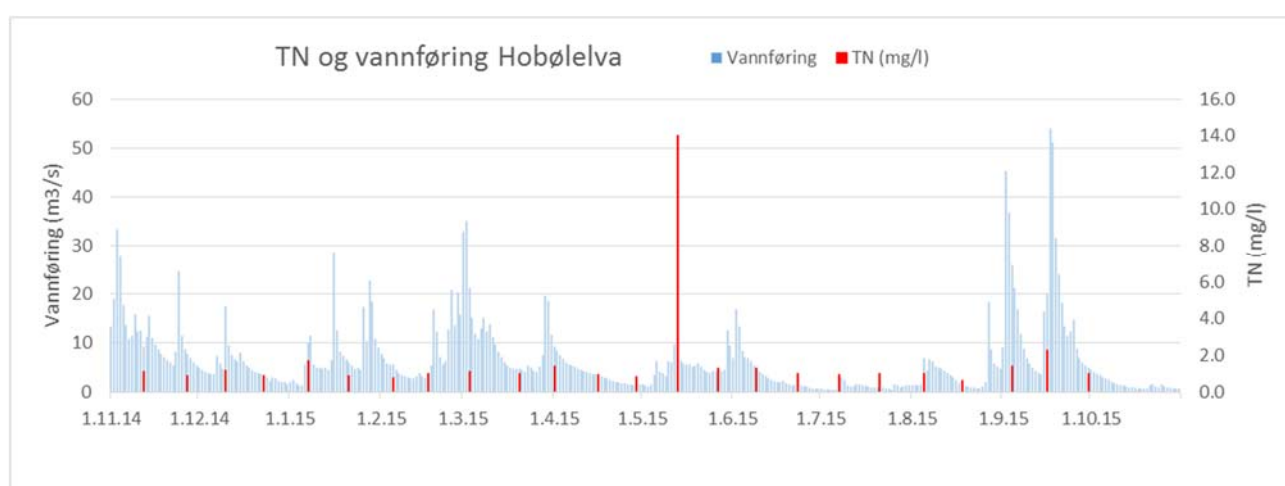
** Usikre konsentrasjonsestimat pga. få prøver (tørklagt om sommer og is om vinter).

*** For få prøver av TKB til å beregne 90 persentilen.

Generelt er alle snittkonsentrasjoner høye, og det er også høye konsentrasjoner av tarmbakterier i flere av bekkene og elvene. Det må tas høyde for at det ofte tas færre prøver i bekkene enn i de større elvene, dette fordi småbekkene fryser til lettere om vinteren og tørker oftere ut om sommeren. Derfor er ikke de gjennomsnittlige konsentrasjonene alltid direkte sammenlignbare mellom stasjoner. Ingen av stasjonene hadde TP-verdier under miljømålet, men Mosseelvas snittkonsentrasjon lå svært nært miljømålet på 30 µg/l, og Svinna oppstrøms Sæbyvannet hadde også en snittkonsentrasjon av TP som nærmer seg miljømålet (5 µg/l for høyt).

Nitrogen transporteres hovedsakelig i oppløst tilstand, og er ikke partikkelbundet slik som fosfor. Det er ikke utarbeidet mål for nitrogenkonsentrasjoner i bekke- eller elvestasjonene, men i Storefjorden er miljømålet 650 $\mu\text{g/l}$ og i Vanemfjorden 775 $\mu\text{g/l}$. De gjennomsnittlige nitrogenkonsentrasjonene i alle stasjoner for elver og bekker var høyere enn dette, noe som tilsier at det er behov for å redusere tilførslene.

Nitrogeninnholdet var særlig høyt i flere av elvene og i alle bekkene den 13. mai 2015, som illustrert for Hobøelva i figur 4.1. På dette tidspunkt er det meste av kornarealet sådd og gjødslet med nitrogen, noe som gir økt risiko for utvasking av nitrogen. Dessuten vil jordarbeiding, pløying og harving, sammen med økte temperaturer etter vinteren bidra til å øke mineraliseringen og dermed frigjøring av nitrogen i jorda. Fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA) vet vi at det vanligvis er høyere nitrogenkonsentrasjoner i mai og september/oktober sammenlignet med resten av året i kornområder (Bechmann, 2014).



Figur 4.1. Vannføring og konsentrasjoner av total nitrogen i stikkprøver i rapporteringsperioden.

Øvrige kommentarer til tabellen er gitt under, fordelt på delnedbørfelt:

Tilførselsbekker og elver til Storefjorden:

- Kråkstadelva hadde de høyeste verdiene av både næringsstoffer, partikler og tarmbakterier. Dette samsvarer med tidligere år.
- Også Veidalselva og Hobøelva ved Kure hadde relativt høye konsentrasjoner av fosfor, men her var bakterienivået lavere enn i Kråkstadelva.
- Svinna oppstrøms Sæbyvannet blir prøvetatt oppstrøms renseanlegget, men tarmbakterieinnholdet var likevel høyt i denne stasjonen.

Bekker som drenerer til vestre Vansjø:

- Gjennomsnittlige fosforkonsentrasjoner på over 100 $\mu\text{g/l}$ i fire av bekkene (Augerød, Støa, Vaskeberget og Huggenes).
- Det ble målt høye SS konsentrasjoner ($>50 \text{ mg/L}$) ved to prøvetakinger, 10. desember 2014 og 27. august 2015 og i Huggenesbekken 5. august 2015. For øvrig var alle SS-konsentrasjonene under 50 mg/L .

- Totalfosfor utgjorde 6-11 % av SS i bekkene på raet (korn- og grønnsaksområder), mens det utgjorde ca 3 % i bekkene på Østsiden (kornområder).
- Lave SS-konsentrasjoner sammen med forholdsvis høye fosforkonsentrasjoner tyder på at fosforet renner av som løst fosfor eller at det er små partikler med høyt fosforinnhold som renner av. Høyt fosforinnhold i jorda kan bidra til begge deler.
- Det ble funnet meget høye konsentrasjoner av nitrogen i prøver tatt ut 13. mai, spesielt i Vaskebergetbekken.
- Bekkene på raet sørvest for vestre Vansjø (Støa, Huggenes og Vaskeberget), har de høyeste konsentrasjonene av nitrogen. Det henger sammen med høy andel jordbruksareal med både grønnsaks- og kornproduksjon.

Hølenelva:

- Hølenelva er blitt prøvetatt siden august 2011. Konsentrasjonene av SS og TP var på linje med Kråkstadelvas konsentrasjoner denne rapporteringsperioden, mens nivået av TN og tarmbakterier var lavere enn i Kråkstadelva.

4.2 Tilførsler i rapporteringsperioden 2014-15

I dette avsnittet oppgis beregnede tilførsler som ikke er justert for verken vannføring eller areal.

4.2.1 Tilførsler fra lokale bekkefelt til vestre Vansjø 2014-15

Tabell 4.2 gir tilførslene i bekkene til vestre Vansjø, samt de oppskalerte lokale tilførslene til hele vestre Vansjø og Mosseelva fra oktober 2014-oktober 2015. Fra de enkelte bekkefeltene varierte tilførslene av SS fra 4 til 197 tonn/år, lavest fra Vaskeberget og høyest fra Augerød. Tilsvarende varierte fosfortilførslene fra 26 til 506 kg/år med Vaskeberget og Augerød som ytterpunkter. Guthus, Augerød og Sperrebotn har de største nedbørfeltene og fra disse tre bekker kommer derfor større tilførsler av SS og fosfor enn fra de øvrige bekkene. Nitrogentilførslene er også store fra disse tre bekkene i tillegg til store nitrogentilførsler fra Huggenes. Det siste året ble det kun analysert for totalnitrogen i tre prøver fra Augerød og den beregnede transporten er derfor usikker.

Oppskaleringen av tilførslene til hele feltet (se metodekapittel for detaljer) ga som resultat at det i 2014/15 ble tilført ca 3,4 tonn totalfosfor til vestre Vansjø og ca 0,5 tonn til Mosseelva, tilsammen ca. 3,8 tonn. Det var meget høye tilførsler av nitrogen sammenlignet med de tidligere årene. De høye tilførslene skyldes store nedbørmengder og høye nitrogenkonsentrasjoner, spesielt i mai, i 2014/15.

Tabell 4.2. Tilførsler av partikler (SS), totalfosfor (Tot-P) og totalnitrogen (TN) fra lokale bekker til vestre Vansjø og Mosseelva i 2014/15 (alle er beregnet med lineær interpolasjon).

Stasjoner	SS	TP	TN
	tonn/år	kg/år	kg/år
Guthus	52	165	2060
Sperrebotn	55	142	1780
Augerød**	197	506	9070
Støal	5	26	390
Vaskeberget	4	26	680
Huggenes	21	81	2450
Bekkefelt til vestre Vansjø, oppskalert	1070	3360	53100
Bekkefelt til Mosseelva oppskalert	54	470	5300
Total for bekkefelt til vestre Vansjø og Mosseelva	1124	3830	58400

**tilførsler beregnet for Augerød er meget usikre på grunn av at de er basert på få prøver.

4.2.2 Tilførsler til Storefjorden 2014-15

Tabell 4.3 oppsummerer tilførsler til Storefjorden og vestre Vansjø i overvåkingsperioden 1. november 2014-31. oktober 2015.

Tabell 4.3. Tilførsler til Storefjorden av suspendert stoff (SS), totalfosfor (TP) og total nitrogen (TN) i rapporteringsperioden.

Stasjon	SS	TP	TN
	tonn	tonn	tonn
Kråkstadelta (ved innløp Hobøelva)	2032	4,5	108
Hobøelva ved Kure	9021	15,1	295
Svinna oppstr. Sæby	771	1,9	39
Svinna utløp i Storefjn.*	1162	3.03	66
Veidalselva	1060	1,9	31
Mørkelva (estimert)	926	1,6	31
Totalt til Storefjorden**	12169	21,6	423

* Prøver tatt ved Klypen Bru, vannføring skalert til utløp i Storefjorden.

** Summen av målte tilførsler fra Hobøelva, Veidalselva og Svinna; og estimerte tilførsler fra Mørkelva; men ikke inkludert tilførsler fra lokale bekkefelt.

4.2.3 Næringsstoffbudsjettet 2014-15

Tabell 4.4 viser næringsstoffbudsjettet for Vansjø for fosfor og nitrogen, samt for suspendert stoff. Se også kart i kapittel 6 (konklusjonen) over fosforbudsjettet.

Tabell 4.4. Næringsstoffbudsjettet for Vansjø for fosfor og nitrogen, samt for suspendert stoff.

	SS	TP	TN
	tonn	tonn	tonn
Tilførsler til Storefjorden	12169	21,6	423
Transport gjennom Sundet til vestre Vansjø**	2902	13,7	432
Tilførsler fra bekkefelt til vestre Vansjø og Mosseelva	1124	3,8	58
Transport ut av nedbørfeltet (Mossefossen)	4201	18,8	525

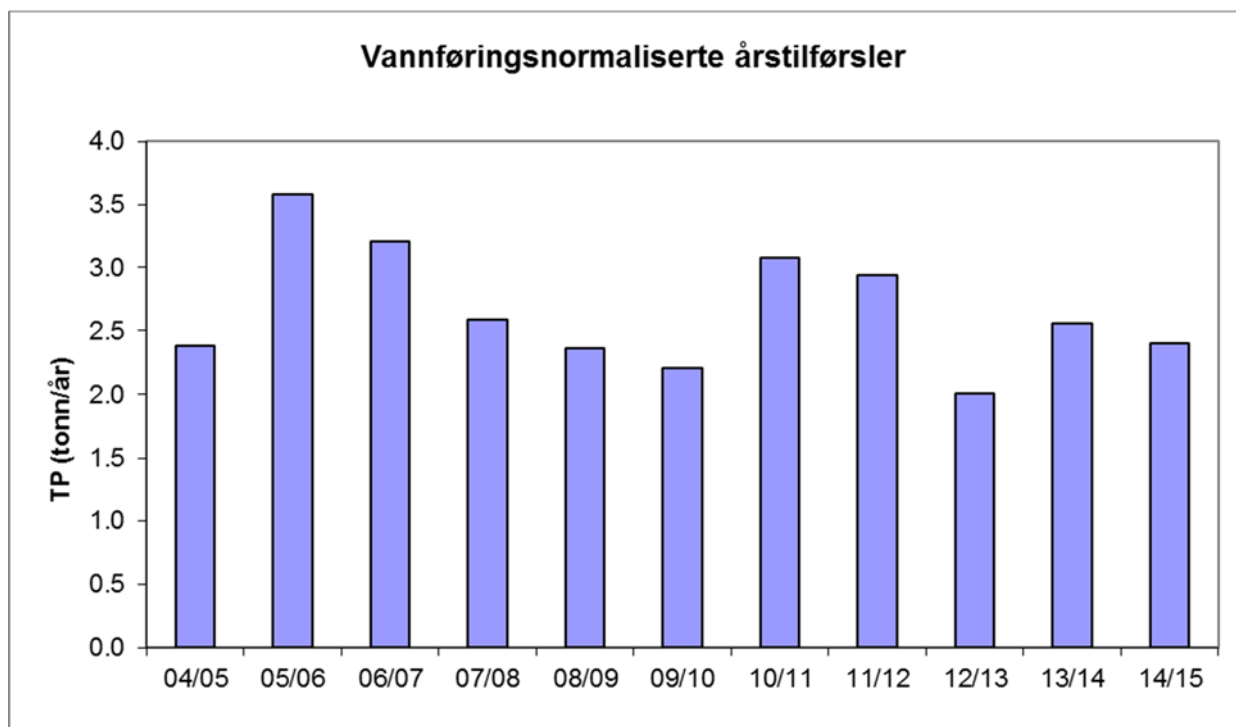
** Få prøver om vinteren pga. is

4.3 Vannføringsnormaliserte fosfortilførsler

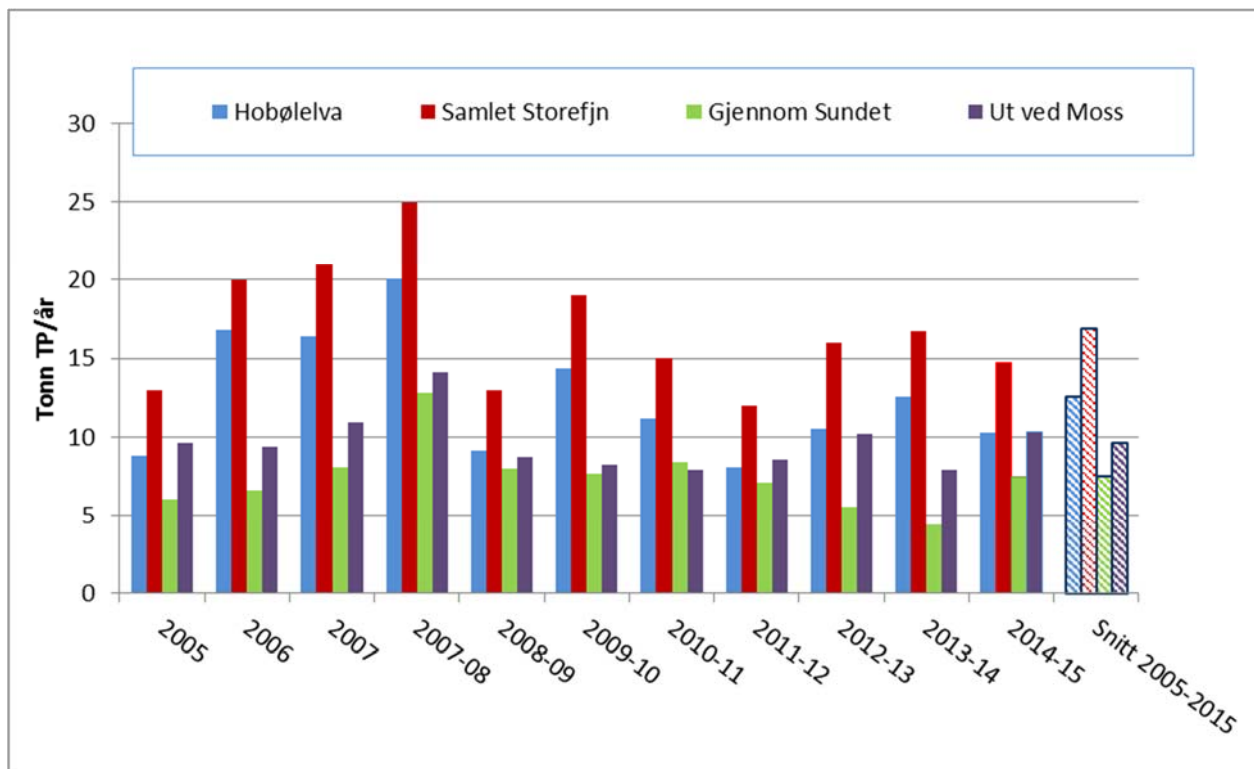
Variasjoner i vannføring er oftest den viktigste årsaken til variasjoner i tilførsler av både fosfor, nitrogen og partikler. Det er derfor av interesse å kunne sammenligne tilførsler fra år til år som om vannføringen ikke hadde endret seg, dvs. i et år med «normal vannføring». For enkelthets skyld er det antatt at transporten øker lineært, men det er viktig å huske at transporten av de ulike stoffene ikke nødvendigvis øker lineært med økende vannføring, men kan like gjerne øke eksponentielt, særlig i vassdrag med ravinering og hvor kildematerialet lett eroderes ved høye vannføringer. Verdiene er altså kun justert lineært for vannføring, og viser derfor i realiteten ikke hvor mye materiale som hadde gått i elva hvis dette var i et normalt år. Dette vil allikevel gi en mer «utjevnet» verdi enn de reelle verdiene, noe som dermed vil gjøre det enklere å vurdere variasjoner i tilførsler som kan skyldes andre faktorer enn vannføring.

Tidsutvikling av lokale tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva er vist i figur 4.2. Det første året var det lite nedbør og avrenning. Fra 2005/06 til 2009/10 gikk de vannføringsjusterte fosfortilførslene ned, men de økte igjen i 2010/11 og 2011/12. De siste tre årene 2012-2015 har fosfortilførslene vært på et noe lavere nivå; det siste året litt under gjennomsnittet for måleperioden.

Vannføringsnormalisert fosfortransport ved ulike stasjoner i vassdraget er vist for utvalgte stasjoner i figur 4.3, se også Vedlegg 6 for en komplett tabell for alle stasjoner i nedbørfeltet. For Hobøelva og samlet til Storefjorden er tilførslene i siste periode lavere enn gjennomsnittet de siste ti årene.



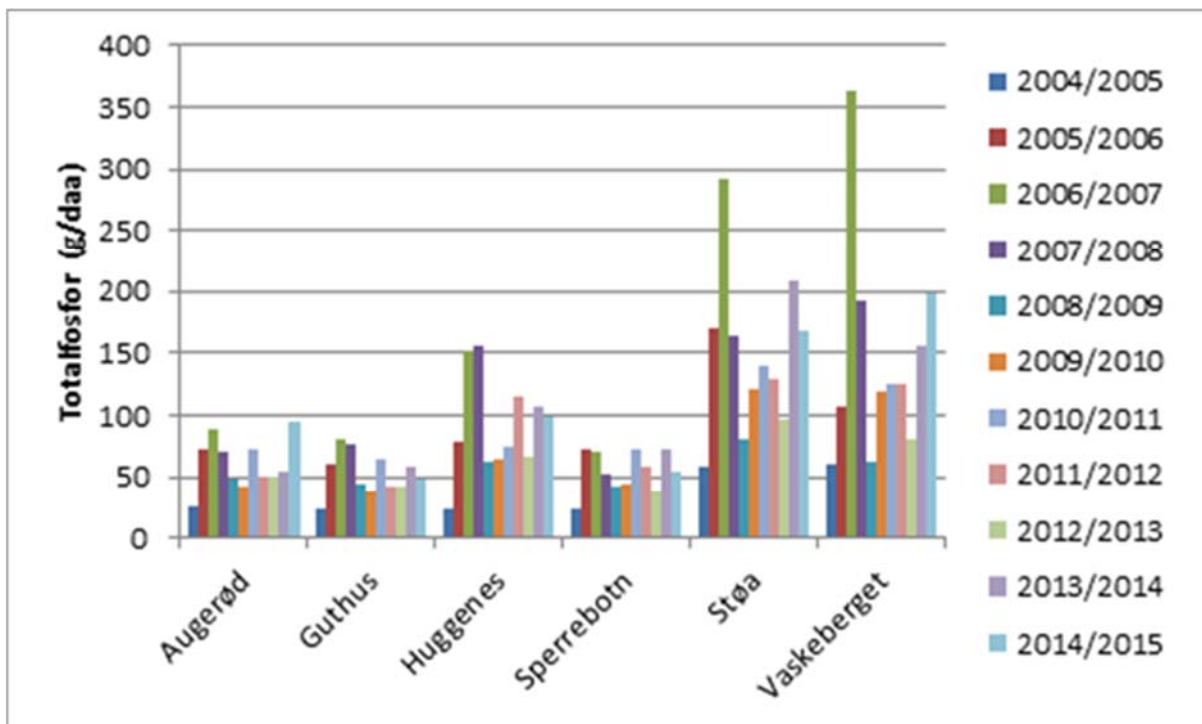
Figur 4.2. Vannføringsnormaliserte årlige tilførsler av totalfosfor i lokale bekkefelt som drenerer til vestre Vansjø og Mosseelva, siden 2004/05.



Figur 4.3. Vannføringsnormaliserte årstilførsler av totalfosfor for utvalgte stasjoner siden 2005. Helt til høyre vises gjennomsnittet for årene 2005-2015, dvs. for tilsammen 11 år med overvåking.

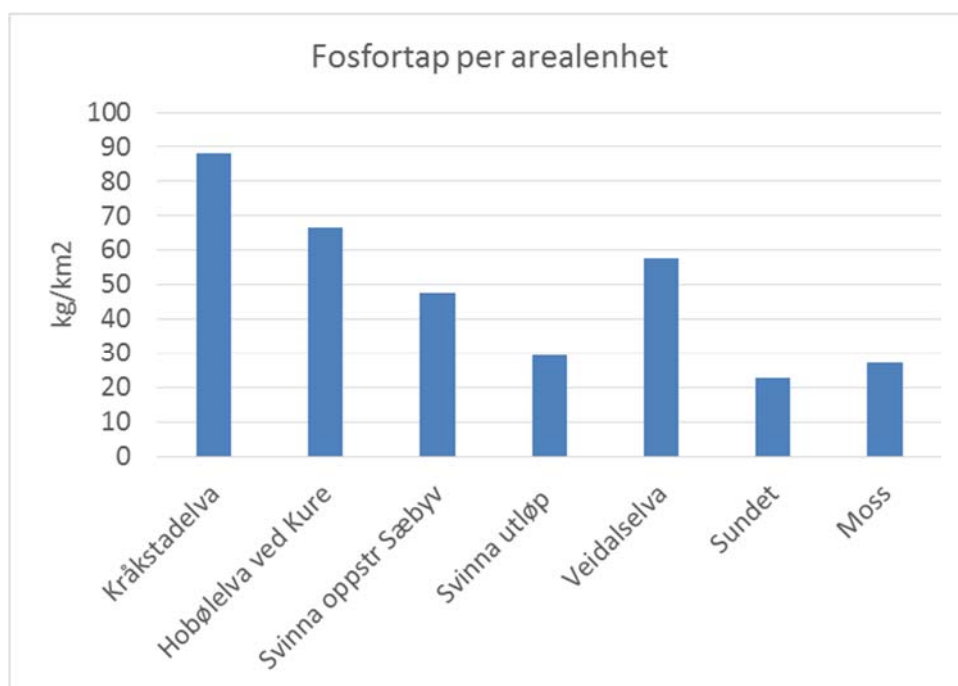
4.4 Fosfortap per arealenhet

De største fosfortapene per arealenhet ble i 2014-2015 registrert fra Støa og Vaskeberget. Disse to nedbørfeltene har meget stor andel jordbruksareal, noe som forklarer de store tapene per arealenhet. Fra jordbruksarealet var det derimot Augerød som hadde de største fosfortapene. Erosjon og tap av partikkelbundet fosfor dominerer antagelig her.

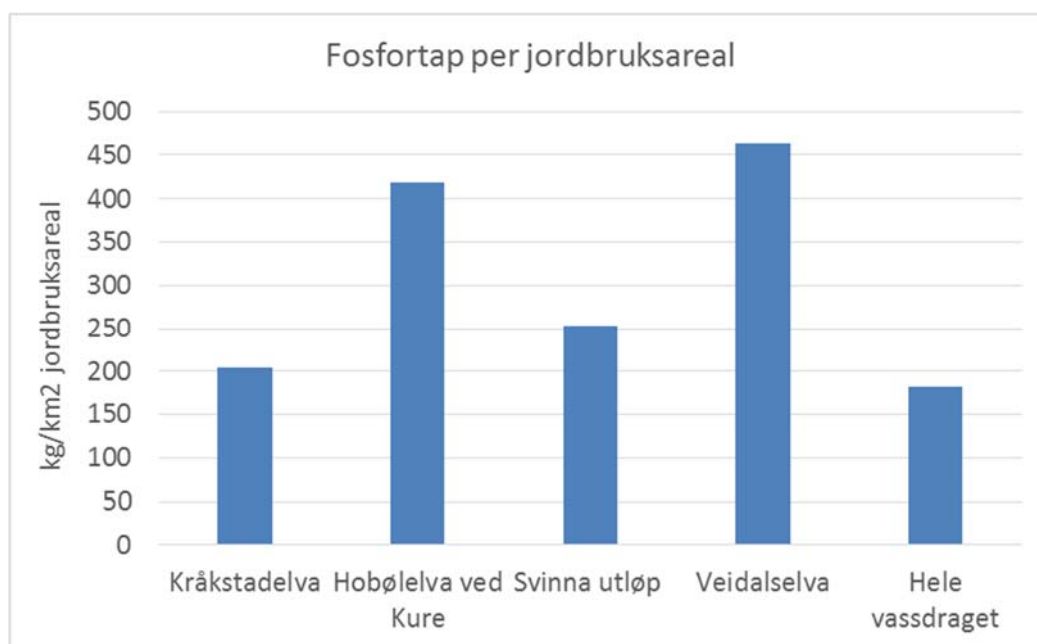


Figur 4.4. Arealspesifikk avrenning av fosfor fra lokale bekkefelt til vestre Vansjø siden 2004/2005.

For elvene i østre del av Morsavassdraget er det Kråkstadelva som har det største fosfortapet per areal nedbørfelt, på nesten 90 kg/km² (figur 4.5). Mye av dette fosforet kan være knyttet til tarmbakterier, siden innholdet av bakterier var høyt i denne elva. Også i Hobøelva og Veidalselva er det høye tilførsler per areal nedbørfelt. Fordelt per areal jordbruk i hvert av delnedbørfeltene er det Veidalselva og Hobøelva som har de høyeste tapene (figur 4.6).



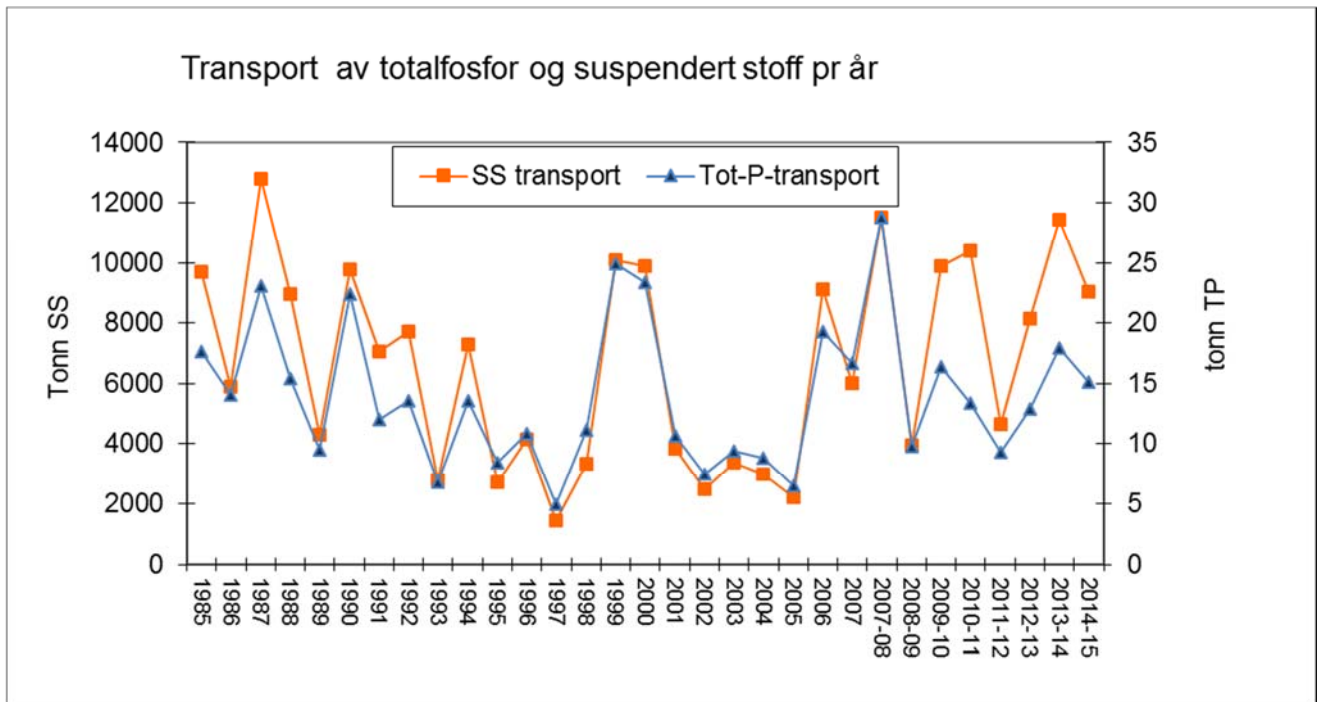
Figur 4.5. Fosfortap per areal nedbørfelt for elvene i østre del av Morsavassdraget, samt Sundet og Mosseelva.



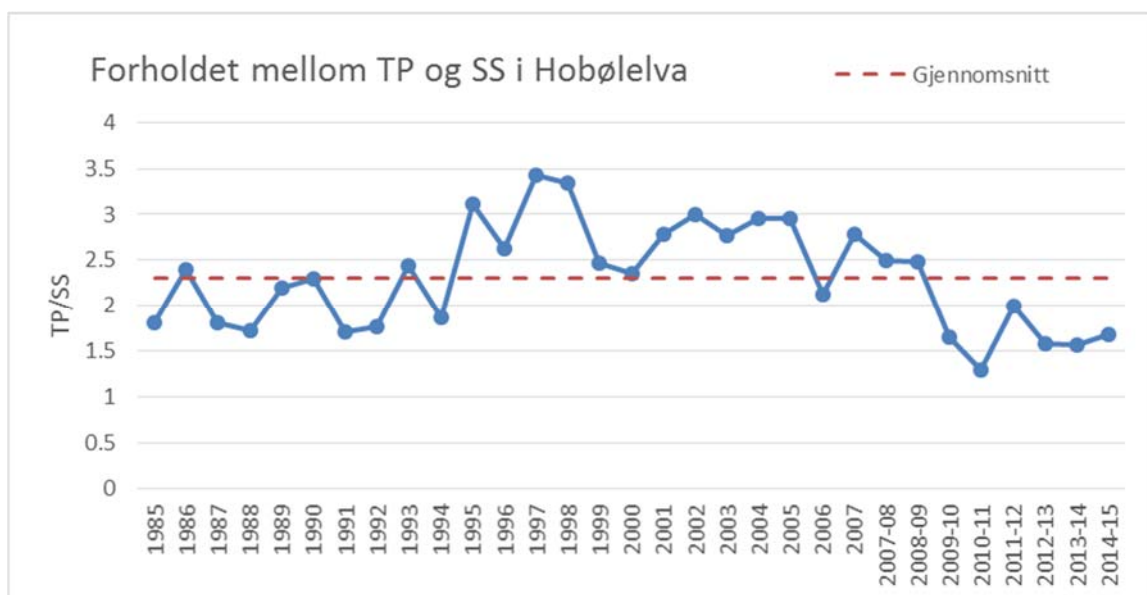
Figur 4.6. Fosfortap per jordbruksareal for fire av elvene i østre del, samt for vassdraget som helhet (beregnet ved Mossefossen).

4.5 Tidsutvikling av fosfortilførsler i Hobøelva

Figur 4.7 viser transport av totalfosfor (TP) og suspendert stoff (SS) i Hobøelva ved Kure hvert år siden 1985 (ikke vannføringsnormalisert). Forholdet mellom disse to parameterne er vist på en annen måte i figur 4.8, som TP/SS-transport. Siden 2008 har det vært mindre fosfor per partikkel enn i perioden fra ca. 1993-2008.



Figur 4.7. Tilførsler av totalfosfor og suspendert stoff i Hobøelva ved Kure, 1985-2015.



Figur 4.8. Forholdet mellom suspendert stoff og totalfosfor i Hobøelva siden 1985.

5 VANNKVALITET I VANSJØ

5.1 Vansjø

Vansjø - Storefjorden		
	Innsjøkode:	003-291-2-L
	Beliggenhet:	Råde, Rygge, Våler
	Vanntype:	7/L-N3 (Kalkfattig, humøs)
	Høyde over havet (m):	25
	Påvirkning:	Eutrofiering
	Innsjøareal (km ²):	23,8
	Middeldyp (m):	9,2

Vansjø - Vanemfjorden		
	Innsjøkode:	003-292-L
	Beliggenhet:	Moss, Rygge, Våler
	Vanntype:	9/L-N8 (Moderat kalkrik, humøs)
	Høyde over havet (m):	25
	Påvirkning:	Eutrofiering
	Innsjøareal (km ²):	12,0
	Middeldyp (m):	3,7

I Vansjø tas det prøver i Storefjorden og Vanemfjorden gjennom hele sommeren, fra slutten av april til midten av oktober. Her er målet å følge med på utvikling i vannkvalitet gjennom hele vekstsesongen og prøvene som tas blir vurdert i forhold til vannforskriftens krav til økologisk tilstand. Resultatene fra overvåkingen ved disse to stasjonene i Vansjø blir grundig diskutert i dette kapittelet.

I Nesparken tas det prøver fra begynnelsen av juni til slutten av august. Målet er å følge med på badevannskvaliteten, med særlig vekt på utvikling av algesamfunn og mulige giftige algeoppblomstringer. Resultatene fra Nesparken vil presenteres kort i dette kapittelet og alle figurer er vist i Vedlegg 5.

5.2 Resultater fysisk-kjemiske forhold

5.2.1 Temperatur og oksygen

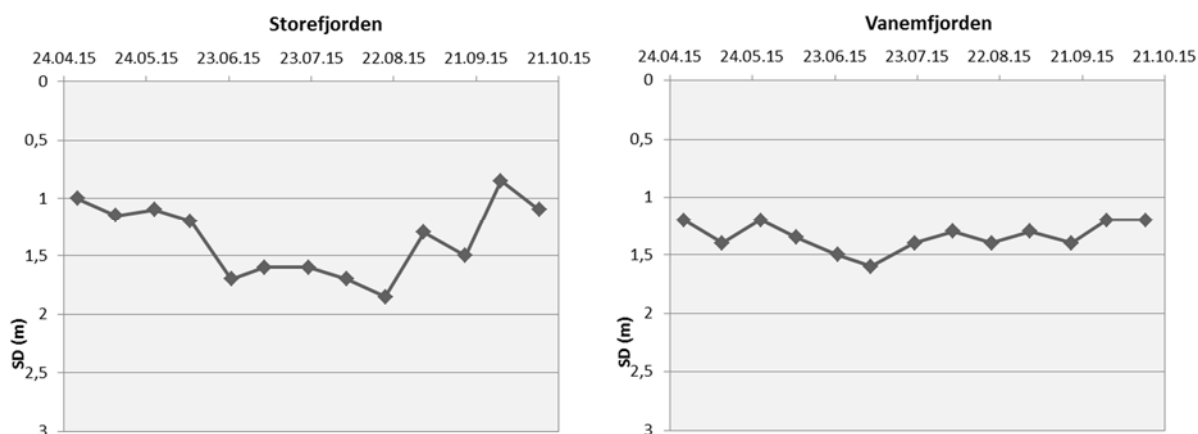
Resultatene er vist i Vedlegg 5. I mange innsjøer medfører oppvarmingen av overflatevann en temperatursjiktning som deler innsjøen i varmt overflatevann og kaldere bunnvann. Denne vertikale inndelingen kan være stabil gjennom hele sommeren uten at sjiktene blandes. Algeveksten forgår hovedsakelig i overflatevannet, hvor det er tilgang til lys. Når algene sedimenterer tar de med næringsstoffer. På denne måten tømmes overflatevann for næringsstoffer som akkumulerer i bunnvannet og sedimentet. Nedbrytningen av dødt materiale i bunnvann forbruker oksygen. Dette medfører en reduksjon i oksygenkonsentrasjonen mot bunnen da oksygenrikt overflatevann ikke ble blandet med vannmassene under sprangsjiktet. Når oksygenkonsentrasjonen i bunnvann reduseres til under 0,5 mg/l kan det igangsettes prosesser med for eksempel frigivelse av fosfat fra sedimentene som resultat.

Det var en del nedbør i mai, og sommeren hadde perioder med stabilt norsk sommervær. I september var det en del nedbør. I Storefjorden etablerte det seg en temperatursjiktning på sommeren. I de mindre dype områdene av Vansjø var perioden med stabil sjiktning relativt kort.

I Storefjorden var det oksygenrikt bunnvann gjennom hele sommeren, og mot slutten av vekstsesongen ble det målt mindre enn 4 mg/l oksygen under 30 meter. I Vanemfjorden var det stort sett gode oksygenforhold de dagene det ble tatt prøver og det ble ikke påvist lave oksygenverdier. Oksygenfrie forhold i bunnvannet kan medføre en frigivelse av fosfat fra sedimentene til vannmassene. Tabeller med data for temperatur og oksygen er vist i Vedlegg 5.

5.2.2 Siktedyp

Resultatene vises i figur 5.1 og Vedlegg 5. Siktedypet i Vansjø i 2015 er lavt; Storefjorden: 1,5 m og Vanemfjorden: 1,4 m. Med lavt siktedyp er det sannsynlig at algeveksten var lysbegrenset i store deler av vekstsesongen. I Vansjø kan en anta at algeproduksjonen foregår ned til et dyp på ca. 2 ganger siktedypet (= ca. 3 m). Hvis innsjøen er blandet ned til mer enn 3 m, noe som skjedde ofte i 2015, medfører det at algeveksten er lysbegrenset. Under slike forhold klarer ikke algene fullt å utnytte næringsstoffene i vannet og konsentrasjonen av algebiomassen er lavere enn en kunne forvente ut fra næringsinnholdet. I denne sammenhengen er det interessant å sammenligne verdiene for perioden 2007-2015 med de som ble målt i tidligere år. I Storefjorden ble det observert en kraftig tilbakegang (mer enn 30 %) i siktedyp mellom 2006 og 2007 (se figur 5.8). Tilbakegangen skyldes delvis en betydelig økning i vannets farge og dette har forsterket lysbegrensningen av algeveksten.



Figur 5.1 Variasjon av Siktedyp i Vansjø 2015.

5.2.3 Gløderest/Suspendert stoff

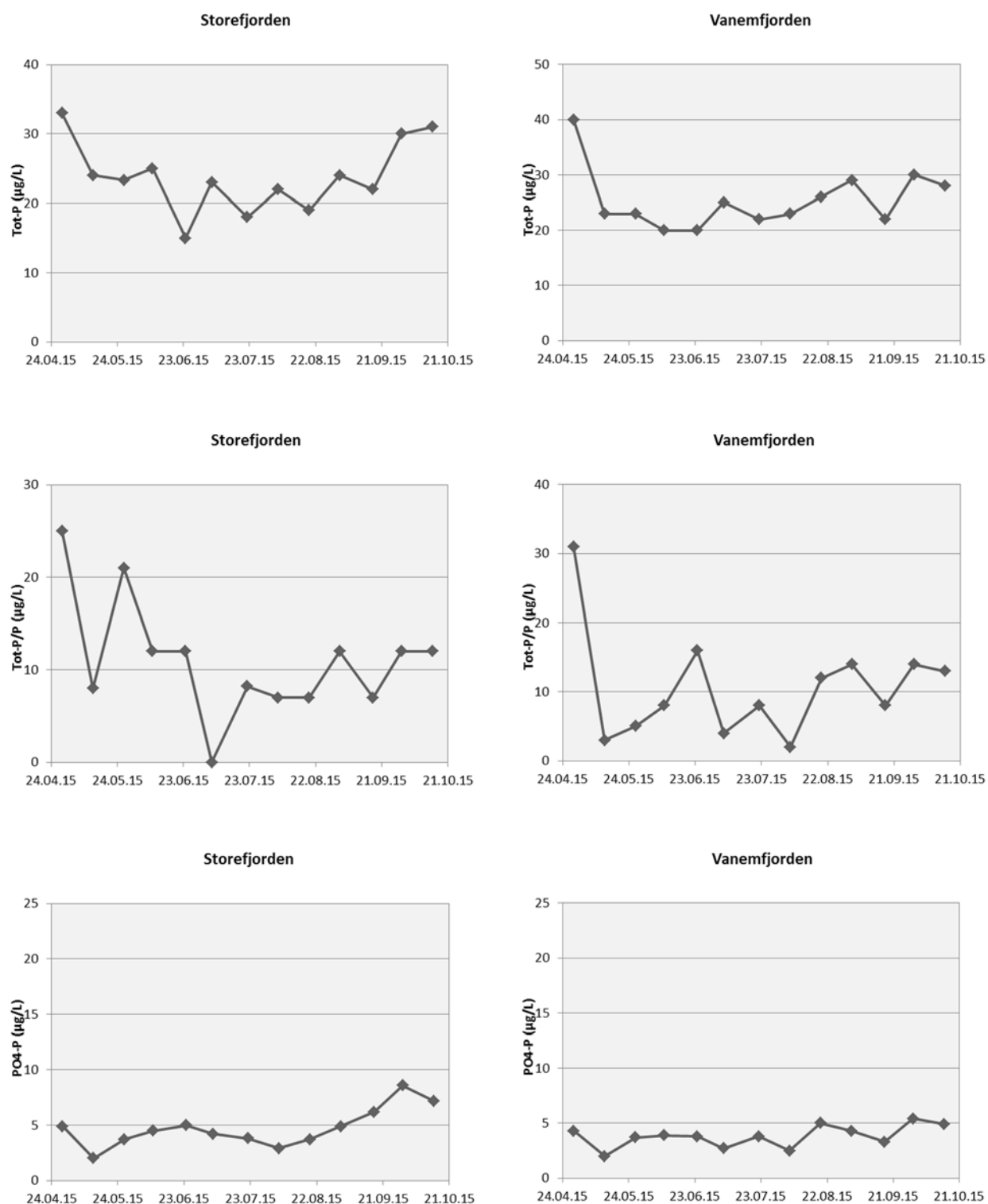
Resultatene vises i Vedlegg 5. Både i Storefjorden og Vanemfjorden var konsentrasjonen av suspendert stoff omtrent på samme nivå som de foregående årene. Resultatene av overvåkingen av Vansjø har vist at særlig Storefjorden påvirkes kraftig av økt nedbør og vannføring. 2008 var på mange måter et spesielt år som var påvirket av en varm vinter, flere ras i Hobøelva og flere flomperioder. Dette medførte en kraftig transport av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet og tilsvarende høye konsentrasjoner av suspendert stoff i Vansjø. I 2011 medførte flommen i september en kraftig økning i innholdet av suspendert stoff.

5.2.4 pH

Resultatene vises i Vedlegg 5. I perioder med lav fotosyntese er pH i Vansjø vanligvis i nærheten av nøytralitetspunktet 7,0. I vekstperioden på sommeren stiger pH ofte til over 8,0. I perioder med oppblomstring av cyanobakterier i Vanemfjorden kan pH stige opp til 10. En slik situasjon er ikke observert i de siste årene og heller ikke i 2015. En signifikant frigjøring av fosfat fra leirpartikler eller sediment sommeren 2015 pga. høy pH anses derfor som lite sannsynlig.

5.2.5 Fosfor

Resultatene vises i figur 5.2. Fosforinnholdet i Vansjø er i stor grad bestemt av fosfor bundet til tilført leirmateriale og fosfor som er bundet til organismer og organiske stoffer. Konsentrasjonene av totalfosfor på våren er ofte omtrent like i hele Vansjø. Fosforkonsentrasjonen på denne tiden er påvirket av leirmateriale fra tilløpselvene. Når leirmaterialet sedimenterer, blir vannmassenes innhold av totalfosfor mer avhengig av det som er bundet i algene og i annet organisk materiale. Sedimentasjon av leirpartikler kan medføre en reduksjon i fosforinnholdet i deler av Vansjø.



Figur 5.2 Variasjoner i konsentrasjon av totalfosfor, partikkelbundet fosfor (Tot-P/P) og fosfat i Vansjø 2015.

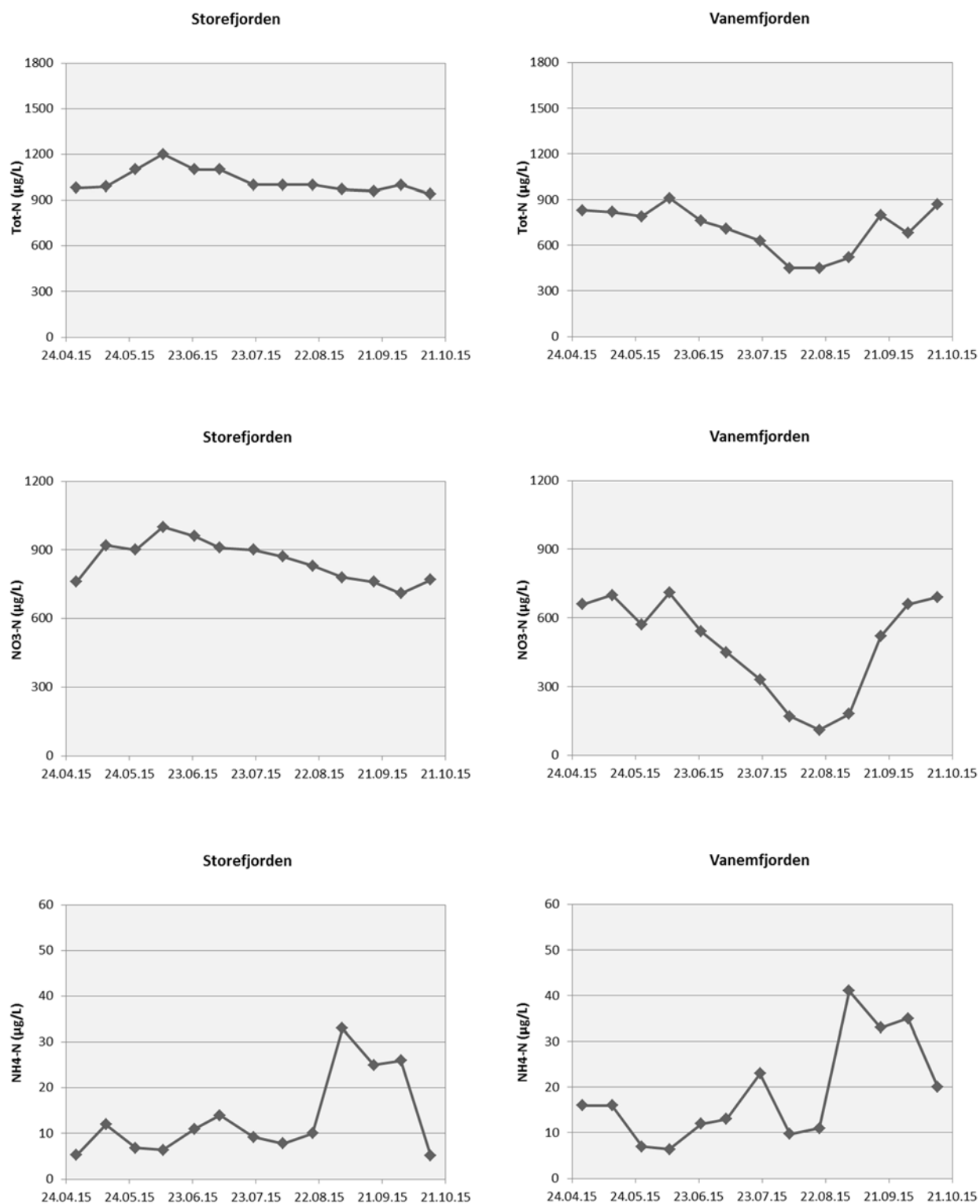
I 2015 var innholdet av totalfosfor i Storefjorden litt over gjennomsnittsnivået basert på målinger de siste 30 år. Sesongen begynte med en konsentrasjon på 33 µg P/l. Utover sommeren ble det observert en reduksjon i fosforkonsentrasjonen, men denne økte i september og oktober etter flere nedbørsperioder. Gjennomsnittsverdien for 2015 (juni til september) var 22,0 µg P/l (se tabell 3.2 for data fra 2008-2014).

Fosforkonsentrasjonen i Vanemfjorden har vist en trend mot lavere verdier fra 2007 til og med 2015. Gjennomsnittsverdien for 2015 (24,1 µg P/l) var sammenlignbart med fosfornivået sommeren 1988 (se tabell 3.2 for data fra 2008-2014). Vanemfjorden er ikke like påvirket av økte tilførsler fra nedbørfeltet i flomsituasjoner som Storefjorden.

I mange norske innsjøer begrenser tilgjengeligheten av orto-fosfat veksten av alger. Alger har ulike evner til å ta opp og bruke orto-fosfat. Algeveksten er ofte fosforbegrenset dersom konsentrasjonen av orto-fosfat ligger under 1 µg/l. Veksten av enkelte arter kan også være fosforbegrenset ved konsentrasjoner mellom 1-10 µg/l. I vann med mer enn 10 µg/l er det derimot lite sannsynlig at fosforbegrensning spiller en betydelig rolle. Noen alger (særlig cyanobakterier) kan lagre fosfor i cellene. Det er derfor vanskelig å vurdere om algeveksten er fosforbegrenset på grunnlag av orto-fosfat konsentrasjonen i vannet. Det kan derfor ikke utelukkes at planteplanktonet i Vansjø i 2015 var tidvis begrenset av orto-fosfat. Det er imidlertid mange faktorer som spiller inn (lys, temperatur, andre næringsstoffer).

5.2.6 Nitrogen

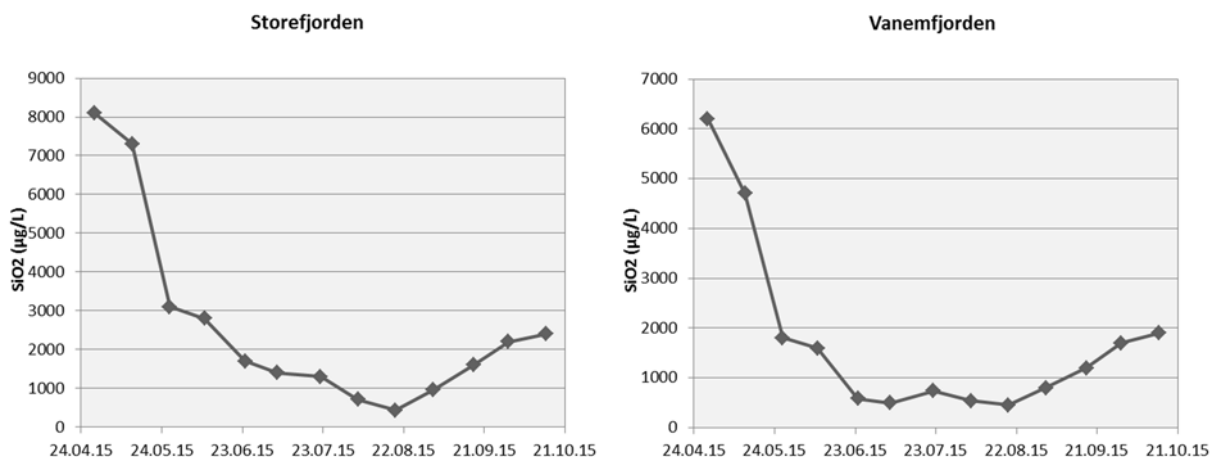
Resultatene vises i figurene 5.3. På våren ble det påvist høye nitratkonsentrasjoner i begge hovedbassengene. De høye nitratverdiene har sammenheng med høye tilførsler fra tilførselselvene før og i vekstsesongens begynnelse. Utover sommeren ble det påvist en reduksjon i hele Vansjø, noe som skyldes algeveksten. I Storefjorden var det en tydelig nedgang i nitratkonsentrasjonen gjennom hele vekstsesongen. I Vanemfjorden var det en klar reduksjon i nitratkonsentrasjonen utover i vekstsesongen, men det ble ikke målt verdier ned mot deteksjonsgrensen som det har blitt gjort enkelte år med kraftige oppblomstringer av cyanobakterier. Dersom nitratverdiene synker under deteksjonsgrensen vil en få en nitrogenbegrensning av algeveksten. Algeveksten i Storefjorden og Vanemfjorden var trolig ikke nitrogenbegrenset i 2015. Konsentrasjonene av ammonium var lav i hele Vansjø og av liten betydning for algeveksten. Konsentrasjonen av totalnitrogen fulgte et mønster påvirket av reduksjonen i nitrat. At det skjedde en samtidig reduksjon i totalnitrogen skyldes hovedsakelig sedimentasjon av biologisk bundet nitrogen.



Figur 5.3. Variasjoner i konsentrasjon av total nitrogen, nitrat og ammonium i Vansjø i 2015.

5.2.7 Reaktivt silikat

Resultatene vises i figur 5.4. På våren ble det påvist høye silikatverdier i Vansjø. Utover sommeren ble det registrert en reduksjon i silikat i hele Vansjø. Den markerte nedgangen skyldes høyt forbruk som følge av relativt store mengder med kiselalger.



Figur 5.4. Variasjoner i totalt reaktivt silikat i Vansjø i 2015.

5.2.8 Vannets farge

Resultatene vises i Vedlegg 5. På våren ble det målt høye fargeverdier (opp mot 60 mg Pt/l) i både Storefjorden og Vanemfjorden. Dette skyldes hovedsakelig store tilførsler av humus med tilløpselvene. Utover sommeren ble det registrert en reduksjon i fargeverdiene i begge bassengene, noe som sannsynligvis skyldes fotokjemisk bleking av fargen. Det er imidlertid mulig at leirpartiklene også kan interferere med målingene slik at de målte verdier er noe høyere enn en "ekte" fargeverdi basert på vannets innhold av løst organisk materiale.

5.2.9 Totalt organisk karbon (TOC)

Resultatene vises i Vedlegg 5. I motsetning til vannets farge holder vannets innhold av TOC seg mer stabilt, noe som skyldes at den prosessen som virker inn på vannets farge ikke i samme grad berører de forbindelser som inngår i TOC. Det er en tydelig sammenheng mellom farge og organisk stoff når en ser på data fra mange innsjøer, men det vil også være store lokale variasjoner.

5.3 Resultater biologiske forhold

5.3.1 Planteplankton

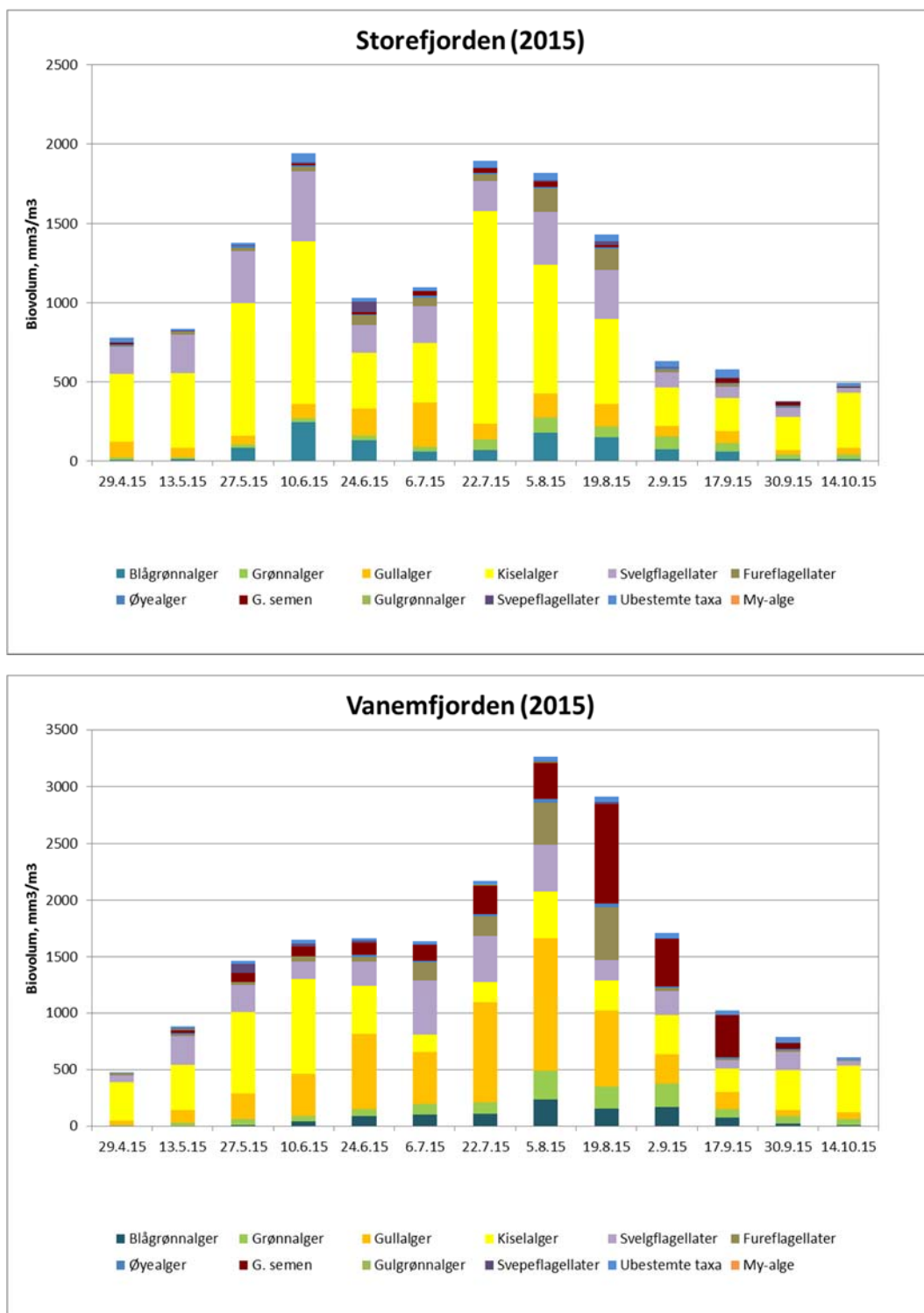
Resultatene vises i figurene 5.5. I tillegg finnes figurer for perioden 2005-2015 i Vedlegg 5. Generelt må det bemerkes at det i 2015 var en typisk norsk sommer uten spesielt stabilt, varmt vær. Dette kan ha påvirket

utviklingen av planteplanktonsamfunnets sammensetning og mengde i 2015. I tillegg spiller andre faktorer som lysforhold, sirkulasjonsforhold og næringsstoffer en rolle i algevekst.

I Storefjorden var kiselalgene den dominerende gruppen gjennom hele sesongen. I tillegg til kiselalger var cyanobakterier og svelgflagellater de viktigste gruppene, samt mindre andeler gullalger, grønnalger og fureflagellater. Gjennomsnittlig biomasse i 2015 var 1,1 mg våtvekt/l, og dette er omtrent på samme nivå som de foregående årene (se tabell 3.2 for data fra 2008-2014). Kiselalgene som bidro mest til biomassen var flere arter fra slekten *Aulacoseira* og *Tabellaria flocculosa*. I tillegg ble det observert noe *Asterionella formosa* samt *Stephanodiscus hantzschii* og slekten *Urosolenia*. Den viktigste cyanobakterien var *Aphanizomenon klebahnii*. Mindre andeler av *Woronichinia naegeliana* samt slektene *Dolichospermum* (*Anabaena*), *Microcystis* og *Planktothrix* ble observert. Gullalgen *Uroglenopsis americana* hadde en mindre oppblomstring i begynnelsen av juli. *Ceratium hirundinella* og *Gymnodinium* spp var de fureflagellatene som bidro mest til totalt volum. Svelgflagellatene var stort sett representert ved slektene *Cryptomonas* og *Plagioselmis*. Nåleflagellaten *Gonyostomum semen* var til stede, i forholdsvis lave konsentrasjoner, hele sesongen.

I Vanemfjorden økte det totale volumet utover vekstsesongen. Her dominerte flere grupper gjennom sesongen, kiselalger, gullalger, svelgflagellater, nåleflagellater og fureflagellater samt mindre andeler cyanobakterier og grønnalger. Kiselalgene som bidro mest til biomassen var arter fra slekten *Aulacoseira* samt *Tabellaria flocculosa*, *Asterionella formosa* og *Stephanodiscus hantzschii*. De viktigste gullalgene var slektene *Dinobryon*, *Mallomonas*, *Synura* og *Uroglenopsis americana*. Svelgflagellatene var stort sett representert ved slektene *Cryptomonas* og *Plagioselmis*. Fureflagellatene som bidro mest var slekten *Ceratium*. Nåleflagellaten *Gonyostomum semen* var til stede hele sesongen og bidro mest på ettersommeren og tidlig høst. Ingen cyanobakterier dominerte planteplanktonet, *Aphanizomenon klebahnii* og *Microcystis* spp var til stede hele sesongen. Gjennomsnittlig biomasse i 2015 var 1,6 mg våtvekt/l. Dette var på samme nivå som i 2010-2014 og på et betydelig lavere nivå enn tidligere på 2000-tallet (se tabell 3.2 for data fra 2008-2014).

Nedgangen skyldes både en kraftig tilbakegang i mengden av cyanobakterier og en generell tendens til lavere algekonsentrasjoner. Siden 2006 har vi observert en vesentlig tilbakegang i biomassen av *Microcystis*-arter i Vanemfjorden og Nesparken. Dette er av betydning siden *Microcystis* antas å være hovedprodusenten av algegiften microcystin i Vansjø. Tilbakegangen av *Microcystis* kan ha flere årsaker. Uegnede værforhold i 2007 og 2008 hadde trolig en negativ effekt på populasjonen. Økningen i vannets humusinnhold de siste årene er heller ikke i favør av *Microcystis*, som vanligvis foretrekker klart vann. I tillegg har det de siste årene vært lavere fosforverdier i Vanemfjorden og i Nesparken.



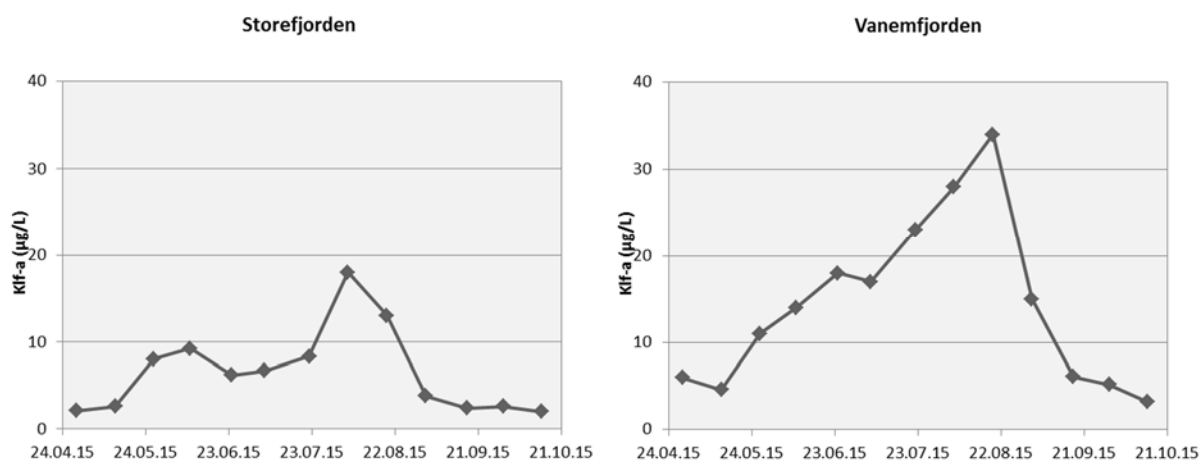
Figur 5.5. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Storefjorden og Vanemfjorden i 2015.

5.3.2 Klorofyll-a

Resultatene vises i figur 5.6. Konsentrasjonen av klorofyll-a følger i stor grad konsentrasjonen av algevolume selv om det er en viss spredning. Analyse av klorofyll-a og av algevolume er to forskjellige måter å beregne

algebiomassen på. Algenes klorofyllinnhold vil variere pga. en rekke faktorer, slik at det alltid vil kunne forekomme avvik mellom disse to biomasseparameterne.

Den gjennomsnittlige klorofyll-a-konsentrasjonen i Storefjorden var 7,8 $\mu\text{g/l}$, og dette er omtrent på samme nivå som de siste årene, med unntak av 2013 hvor det var en oppblomstring av cyanobakterier (se tabell 3.2 for data fra 2008-2014). Den gjennomsnittlige konsentrasjonen i Vanemfjorden i undersøkelsesperioden var 17,8 $\mu\text{g/l}$ og dermed sammenlignbart med nivået vi hadde mellom 1980 og 1990. Bedringen er i samsvar med lavere fosforverdier, fravær av kraftige algeoppblomstringer og observasjoner som er gjort av lokalbefolkning



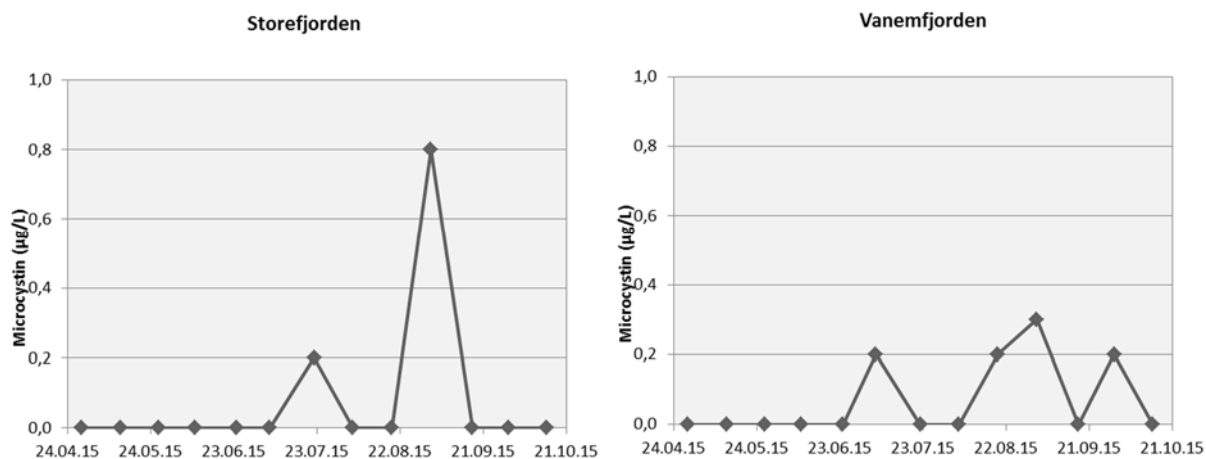
Figur 5.11. Variasjoner i klorofyll-a konsentrasjonen i 2015.

I Storefjorden var gjennomsnittlig verdier for klorofyll a i vekstperioden mai – oktober på 6,9 $\mu\text{g l}^{-1}$, mens gjennomsnittlig verdier for totalt volum var 1,13 $\text{mm}^3 \text{l}^{-1}$. Disse verdiene ligger på grensen mellom god og moderat. Indeksen for sammensettingen av planteplanktonet (PTI) var imidlertid 2,70; dette indikerer dårlig tilstand. Det var forholdsvis lave konsentrasjoner av cyanobakterier, høyeste totale volum var 0,24 $\text{mm}^3 \text{l}^{-1}$ som indikerer god tilstand. Basert på planteplanktonet ble Storefjorden klassifisert som moderat i 2015 med nEQR på 0,48.

I Vanemfjorden var gjennomsnittlig verdier for klorofyll a i vekstperioden mai – oktober på 14,9 $\mu\text{g l}^{-1}$, mens gjennomsnittlig verdier for totalt volum var 1,65 $\text{mm}^3 \text{l}^{-1}$. Disse verdiene indikerer moderate verdier. Indeksen for sammensettingen av planteplanktonet (PTI) var 2,64; dette indikerer også moderat tilstand. Det var forholdsvis lave konsentrasjoner av cyanobakterier, høyeste totale volum var 0,23 $\text{mm}^3 \text{l}^{-1}$ som indikerer god tilstand. Basert på planteplanktonet ble Vanemfjorden klassifisert som moderat i 2015 med nEQR på 0,51.

5.3.3 Microcystin

Resultatene vises i figur 5.7 og i Vedlegg 5. I Storefjorden ble det påvist microcystin fra slutten av juni til begynnelsen av august og i Vanemfjorden ble det påvist microcystin i slutten av juni til slutten av september. Det var kun lave mengder microcystin ($<0,8 \mu\text{g/l}$) som ble påvist i Vansjø i 2015, og denne situasjonen kan forklares med den tilsvarende tilbakegangen i mengden av blågrønnalgen *Microcystis* i vannet.



Figur 5.172. Variasjoner i microcystinkonsentrasjonen i Storefjorden, Vanemfjorden og Nesparken i 2015.

5.4 Undersøkelser i Nesparken

Alle figurer er vist i Vedlegg 5. Det ble kun påvist små mengder av microcystin i Nesparken ($<0,9 \mu\text{g/l}$) og NIVA anbefalte de lokale helsemyndigheter å ikke fraråde befolkningen å bade i Vansjø.

5.5 Situasjonen i 2015 sammenlignet med tidligere år og vurdering av Vansjø i forhold til miljømålene

I figurene 5.8 til 5.9 er dataene for 2015 satt sammen med historiske data for totalfosfor, klorofyll, fosfat, totalnitrogen, nitrat, siktedyp, farge og SS (partikler) fra Storefjorden, Vanemfjorden.

5.5.1 Utvikling av fosfor i Vansjø

Fosforinnholdet i Storefjorden er blant annet styrt av transport av erosjonspartikler fra nedbørfeltet og dermed av parametere som nedbørmengden, antall flomperioder, hyppighet og omfang av ras og antall vinterdager med frost og snø. Variasjoner i nedbør og vannføring kan medføre svingninger i fjordens fosforinnhold i størrelsesorden ± 25 %. Dette gjenspeiler seg i en statistisk signifikant positiv korrelasjon mellom nedbørmengden og konsentrasjonen av totalfosfor. Flommen som kom i begynnelsen av september i 2011 illustrerer godt denne sammenhengen mellom nedbørsmengde og totalfosfor. Det at fosforinnholdet i Storefjorden er så tydelig relatert til variasjoner i nedbør og vannføring gjør det vanskelig å oppdage effekter av tiltak uten tilgang til lange tidsserier.

I Vanemfjorden ble det observert et forholdsvis stabilt innhold av fosfor mellom 1990 og 2000. Flommen høsten 2000 medførte en kraftig økning av totalfosfor-innholdet i Vanemfjorden i 2001. Mellom 2002 og 2009 sank fosforkonsentrasjonen gradvis, særlig i perioden 2007-2011. Dette og utviklingen av giftige algeoppblomstringer i perioden 2001-2006 understreker at flomhendelser kan ha en eutrofieringseffekt som påvirker vannkvalitet og motvirker kostbare tiltak over flere år. Tilbakegangen i fosforkonsentrasjon etter året 2001 skyldes i hvert fall delvis en regenerasjon av systemet etter flommen. I Vanemfjorden fornyes vannet flere ganger hvert år og en burde derfor forvente rask nedgang av fosforkonsentrasjon på grunn av fortynning og utvasking av næringsstoffet etter flommen. Men noen prosesser motvirker denne selvrensingen. Oppvirvling av sediment forårsaket av vind og korte perioder med høy pH kan resirkulere fosfor over flere år. Flommen medførte også en utvikling av kraftige blågrønnalgeoppblomstringer i perioden 2001-2006. Under slike oppblomstringer transporteres det store mengder av celle-bundet fosfor fra hele vannsøylen til overflaten. Resultatet av denne oppkonsentrering er ”kunstig” høye fosforverdier i blandingsprøven 0-4 m i august og september. Etter 2006 og fram til 2010 ble det observert en tydelig tilbakegang i fosforverdiene i Vanemfjorden. I 2007 tangerte konsentrasjonen nivået før storflommen i 2000. Resultatene fra bekkeovervåkingen indikerer også avtakende lokale fosfortilførsler til Vanemfjorden i perioden fra 2001 til 2010. Det er derfor sannsynlig at nedgang i fosforkonsentrasjonen ikke bare skyldes den avtakende effekten av flommen høsten 2000, men også en positiv effekt av tiltak. I 2011 og 2012 var det imidlertid en økning i tilførselene til Vanemfjorden (se figur 4.2), men det er viktig å understreke at det meste av tilførselene var i september i 2011 og sammenfalt med flommen som kom i begynnelsen av september samme år. I 2013 var tilførselene til Vanemfjorden lavere enn tidligere målte nivå, mens det i 2014 og 2015 var igjen en liten økning av tilførselene.

I denne perioden fra 2011-2015 var fosforkonsentrasjonene i Vanemfjorden noe lavere sammenlignet med 2010 (se tabell 3.2 for data fra 2008-2015). Tilførselene fra Storefjorden til Vanemfjorden viser derimot et

mønster som ikke passer til observasjonene i Vanemfjorden. Det er derfor sannsynlig at de siste års reduksjon i Vanemfjordens fosforinnhold skyldes tiltak i de lokale bekkefeltene.

5.5.2 Utvikling av nitrogen i Vansjø

Langtidsutviklingen av nitrogenkonsentrasjonen i Storefjorden og resten av Vansjø er preget av kraftige variasjoner fra år til år og et stabilt langtidsgjennomsnitt. Statistisk sett finnes det ingen trend for perioden 1976 til 2015. Det er påfallende at kraftige flomhendelser (f. eks. 1988, 1999, 2000, 2008) ofte etterfølges av år med lave konsentrasjoner av nitrogen i Vansjø. Leirpartikler er fattige på mineralsk nitrogen. I motsetning til fosfor vil derfor flom og erosjon ikke føre til signifikant økning i nitrogentilførsel. I perioder med mye nedbør kan det vaskes ut mer mineralsk nitrogen fra jorden i nedbørfeltet enn det samtidig frigjøres gjennom mineralisering. Under slike forhold avtar nitrogenkonsentrasjonen i jordvæsken og i avrenningen gradvis over tid. Det kan derfor tenkes at langvarige og/eller kraftig flom tilfører Vansjø nitrogenfattig vann som medfører en fortynningseffekt i innsjøen. Vintertemperaturer spiller også en viktig rolle. Kraftig frost nedsetter eller stopper bakteriell nedbryting av nitrat i jorden. Dette kan medføre et høyt innhold av nitrat både i jordvæsken og i avrenning neste vår. Varmer vintre vil derimot tillate nedbryting av nitrat i jorden. Nitratkonsentrasjonen i avrenningen neste vår er derfor lav og nitrogeninnholdet i Vansjø vil da synke. De lave nitrogenverdiene i 2008, 2009 og 2014 samt de høye konsentrasjonene som ble målt i 2010-2013 er i samsvar med denne hypotesen.

5.5.3 Utvikling av siktedyp og humus (farge)

I store deler av Nord-Europa har det blitt observert en økning i innsjøenes humusinnhold siden 90-tallet. Effekten forklares med reduksjon i sur nedbør, noe som har økt utvasking av humus særlig fra skogsarealer. Også nedbørmengden er en viktig faktor og stor avrenningsintensitet gir økt utvasking fra skogbunn og humuslaget (Hongve m.fl. 2011). Økningen i fargetall i Vansjø var imidlertid mye større enn i andre vann. I tillegg ble det ikke observert den vanlige samtidige økningen i vannets innhold av organisk substans. Økningen i fargetall fra 2006 til 2007 i Vansjø må derfor anses som et hittil uforklart fenomen, som likevel har medført en kraftig reduksjon i siktedyp og algenes tilgang til lys. I 2014 har det vært en viss reduksjon av fargetall i Vansjø og dette hadde trolig sammenheng med at det var en tørr sommer. I 2015 var det igjen en økning i fargetall i Vansjø. Det har vært en svak bedring av siktedypet i Storefjorden og Vanemfjorden fra 2007 til 2014.

5.5.4 Utvikling av silisium og partikler

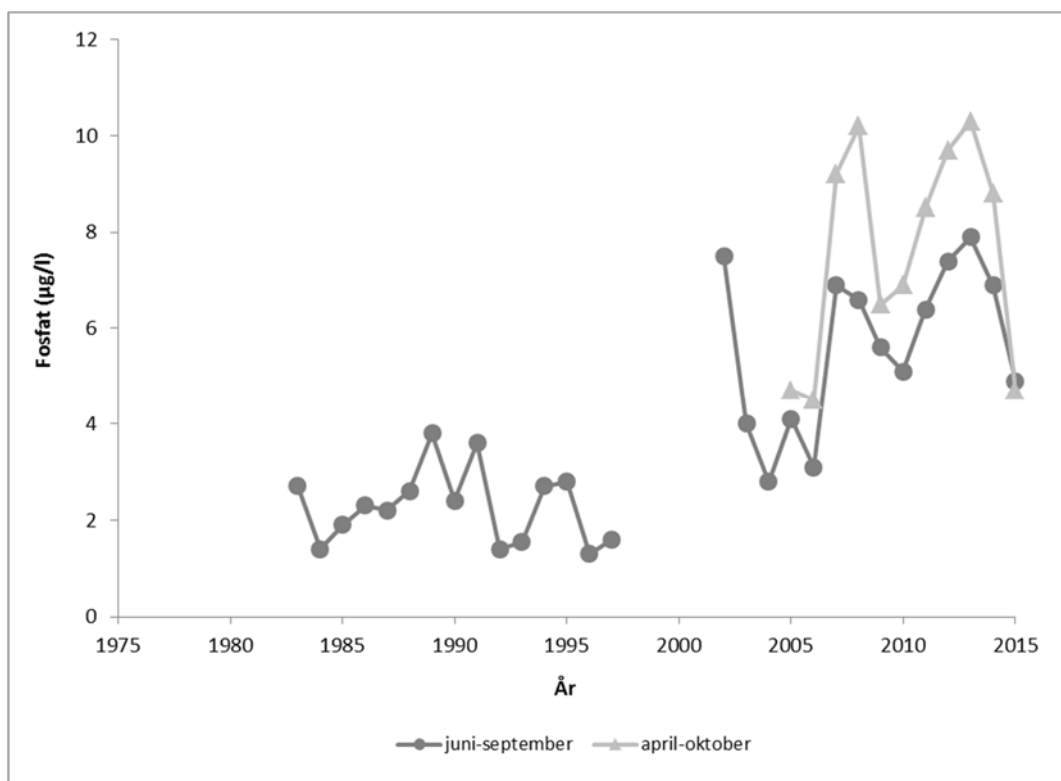
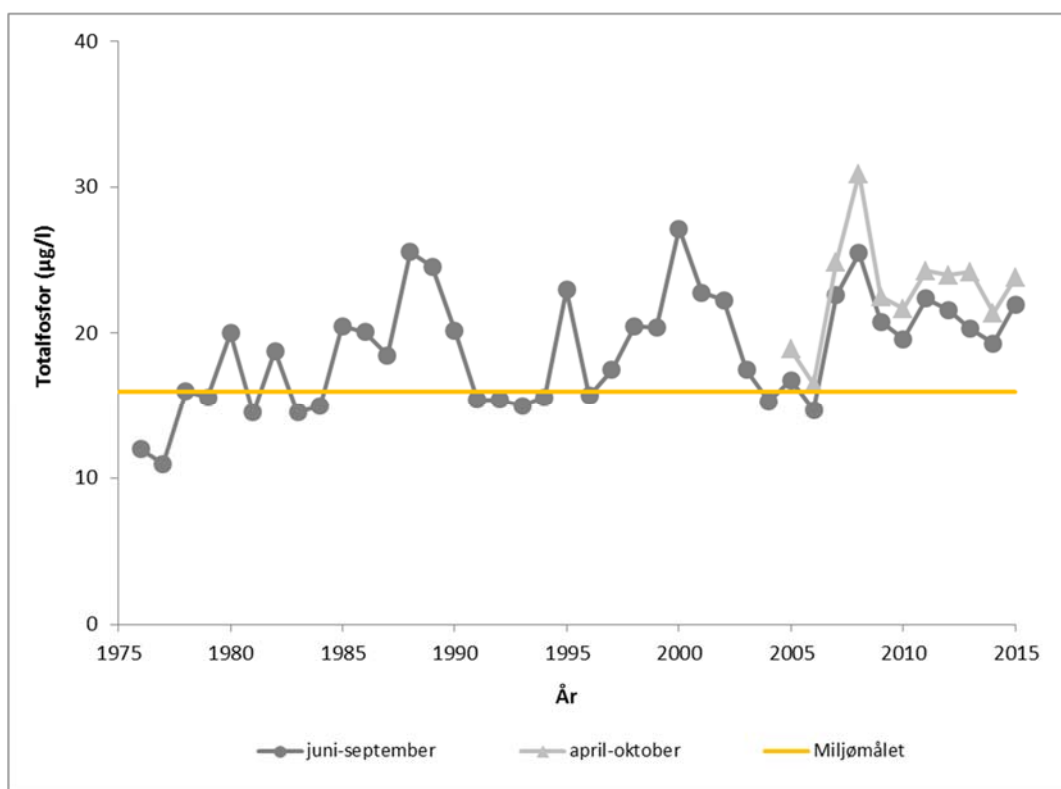
Silisium- og partikkelkonsentrasjonen i Storefjorden og til en mindre grad i Vanemfjorden er preget av kraftige svingninger, som kan forklares med at transporten fra nedbørfeltet er påvirket av nedbør og vannføring. Begge parametere påvirker biologiske prosesser i Vansjø – silisium styrer veksten av kiselalger og partikkelkonsentrasjonen påvirker algenes tilgang til lys. Det er ikke mulig å sette i gang tiltak for å nedsette konsentrasjon av silisium i vannet. Partikkelkonsentrasjonen kan påvirkes med erosjonsbegrensende tiltak i nedbørfeltet.

5.5.5 Utvikling av algemengde

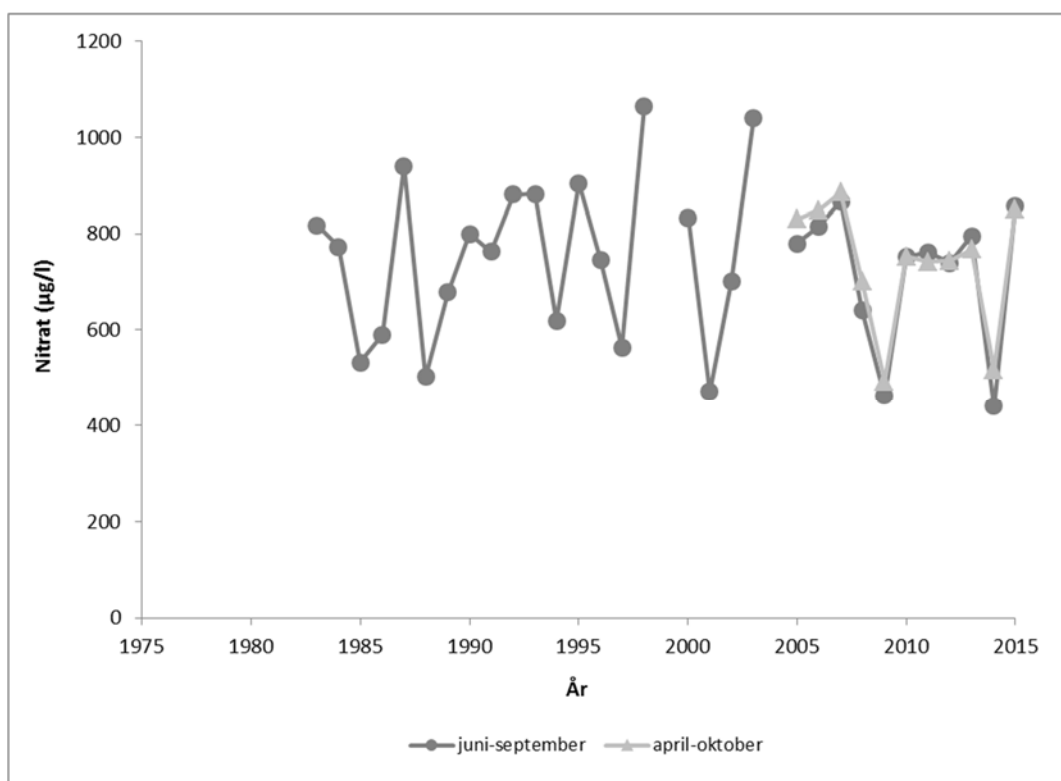
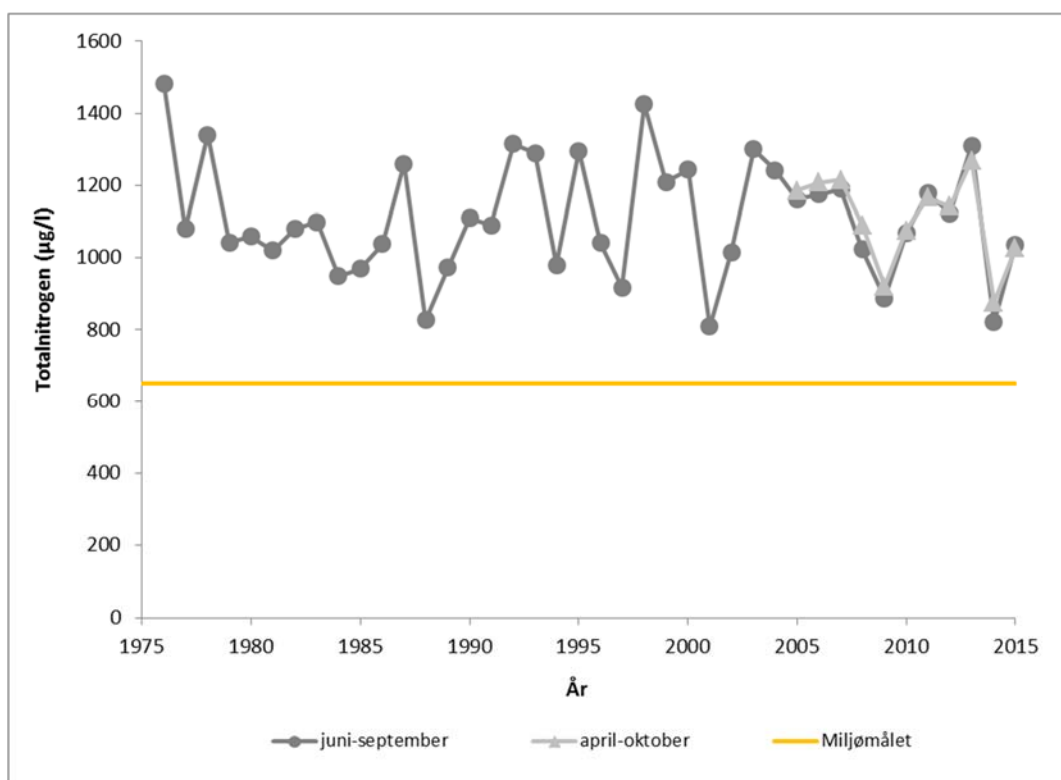
Mye tyder på at algemengden i Vansjø hovedsakelig er begrenset av lys. Silikat-, fosfor- og nitrogenbegrensningen kan også spille en rolle, særlig i den siste delen av sommeren. Reduksjonen i konsentrasjonen av klorofyll-a i Vanemfjorden fra 2007 til 2015 kan forklares med reduksjon i tilgang til lys (pga. endring i fargetall og stor tetthet av partikler, og dermed lavere siktedyp), nedgang i fosforkonsentrasjonen (pga. tiltak og utvaskning etter storflommen i 2000) og i tillegg enkelte år med dårlige værforhold med nye nedbør og lavere sommertemperaturer. Til sammen kan dette ha gjort Vanemfjorden mindre egnet for oppblomstringer av cyanobakterier. I Storefjorden har det de siste årene vært dominans av kiselalger, men i 2013 var det en oppblomstring av cyanobakterien *Aphanizomenon flos-aquae*. I 2015 har kiselalger igjen dominert algesammensetningen i Storefjorden.

Situasjonen etter flommen i 2000 viser at alvorlige flomhendelser kan ha en eutrofieringseffekt som påvirker vannkvalitet og motvirker kostbare tiltak i flere påfølgende år. For å oppnå en varig reduksjon i sannsynligheten av algeoppblomstringer er det derfor viktig å sette i gang flomforebyggende tiltak. Hvilke slike tiltak som bør iverksettes er foreløpig usikkert¹. Det er viktig å understreke at oppblomstringer av cyanobakterier kan forekomme også i fremtiden.

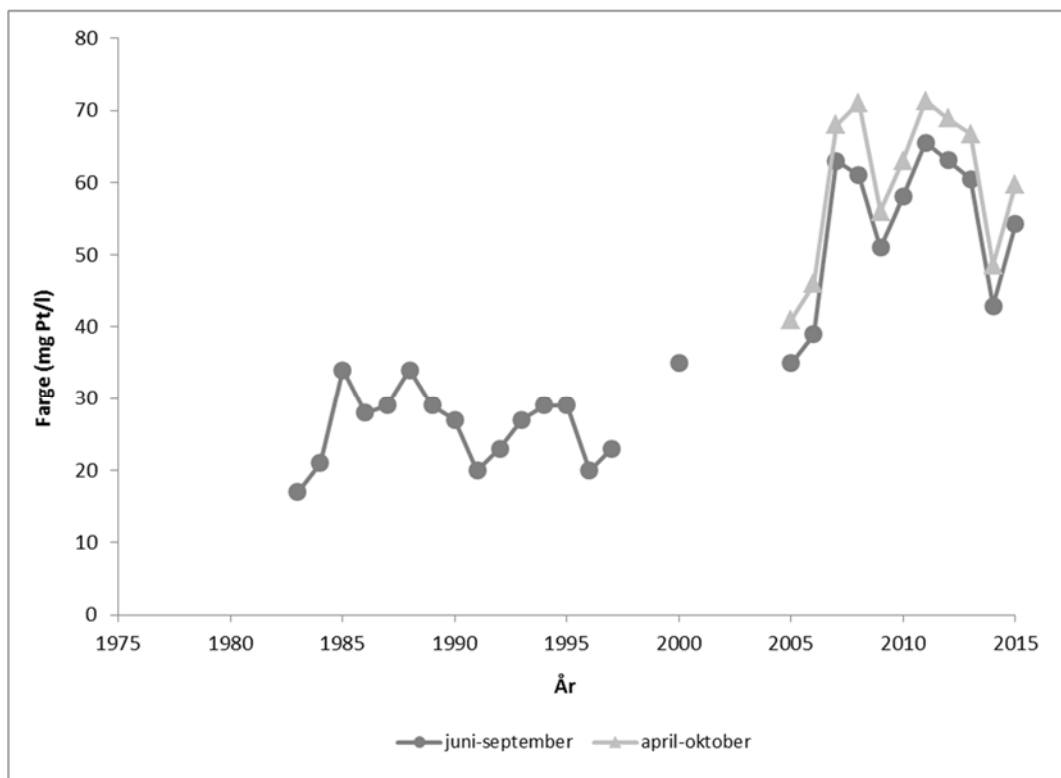
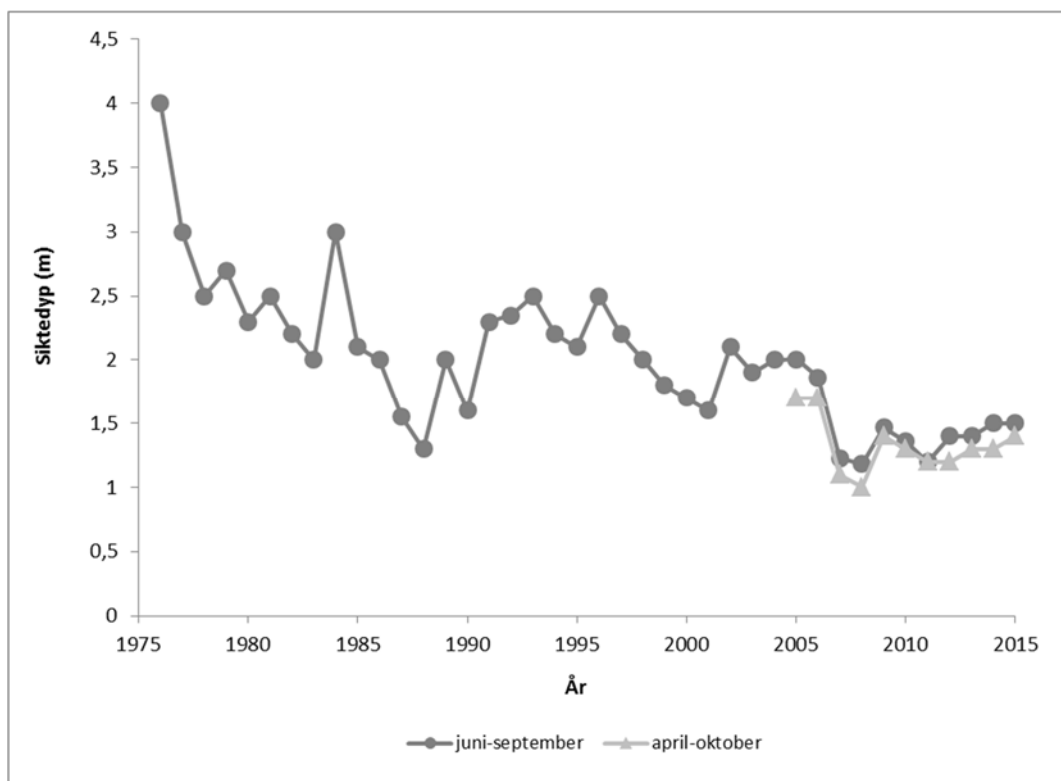
¹ Flomtiltak kan enten utføres oppstrøms i nedbørfeltet, eller nedstrøms (i form av tiltak som kan lede vannet raskere ut av Vansjø). Såvidt vites er det per i dag ikke klart hva som vil være mest kostnadseffektivt.



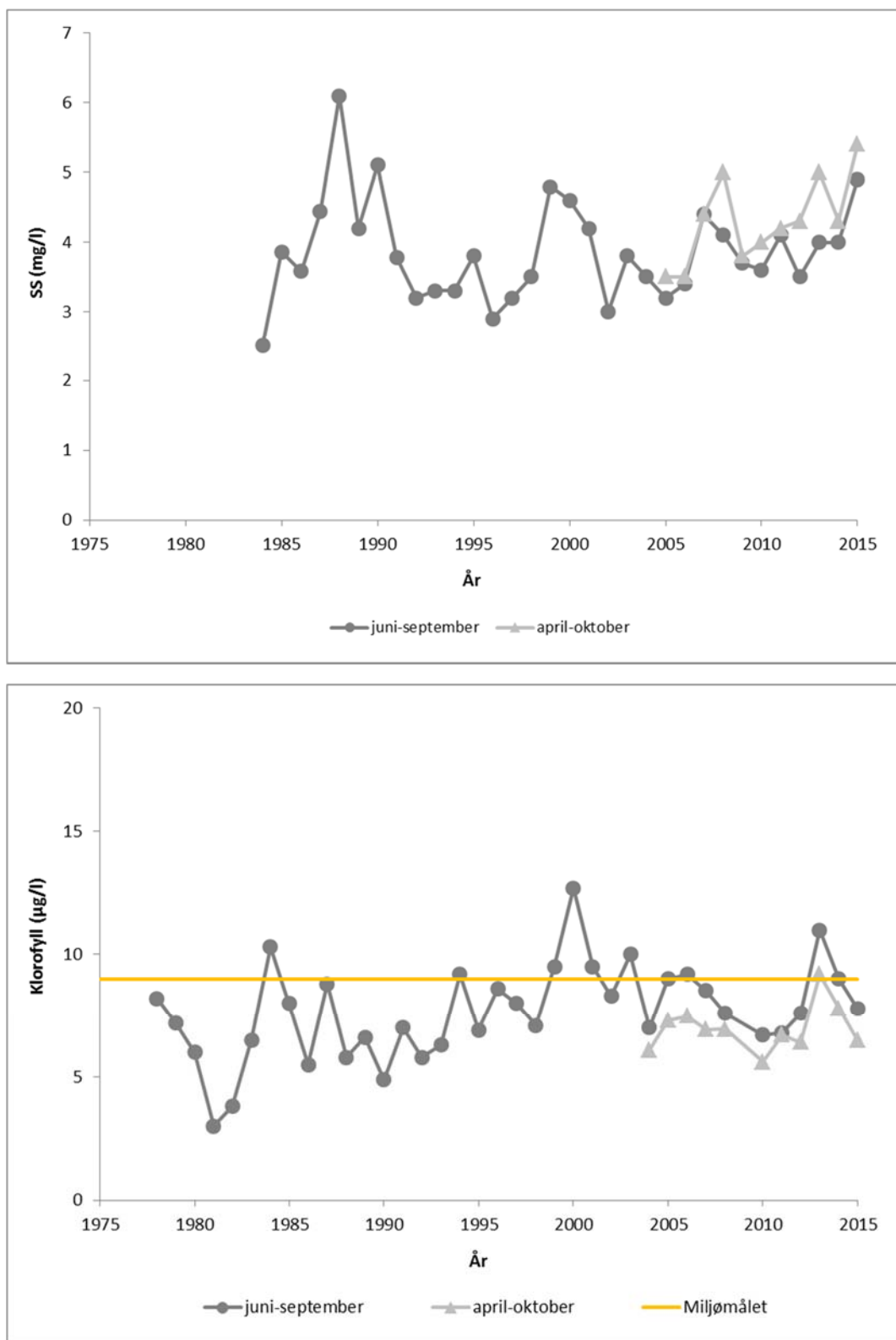
(Figur 5.8, forts. Storefjorden)



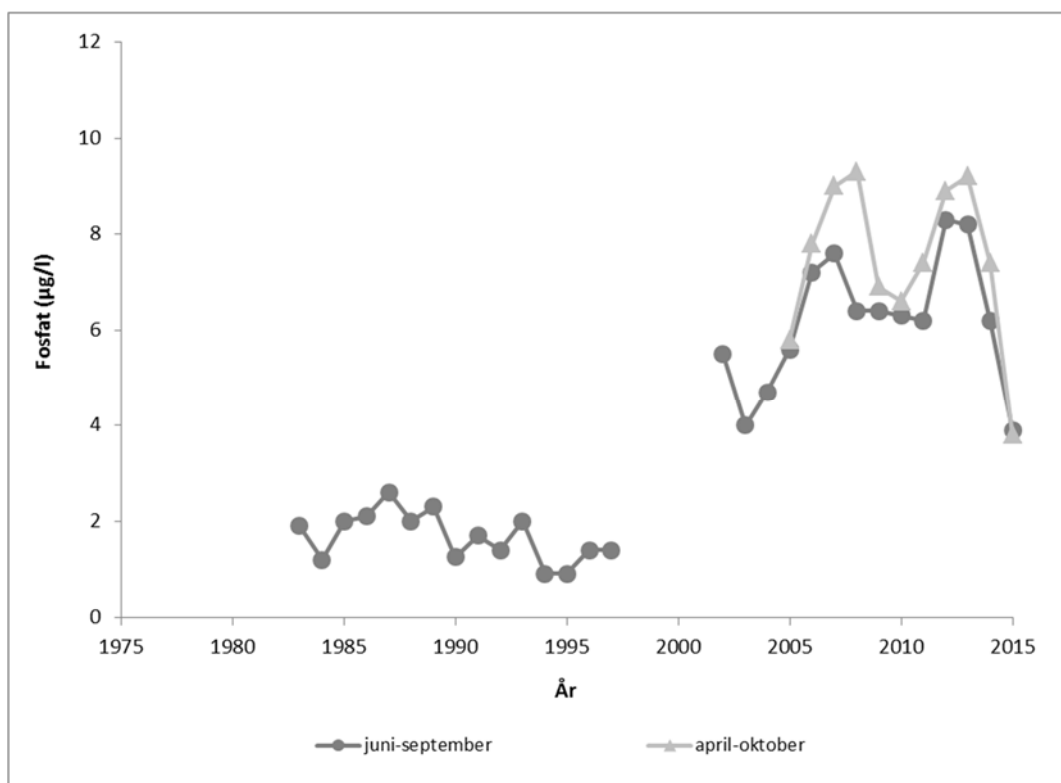
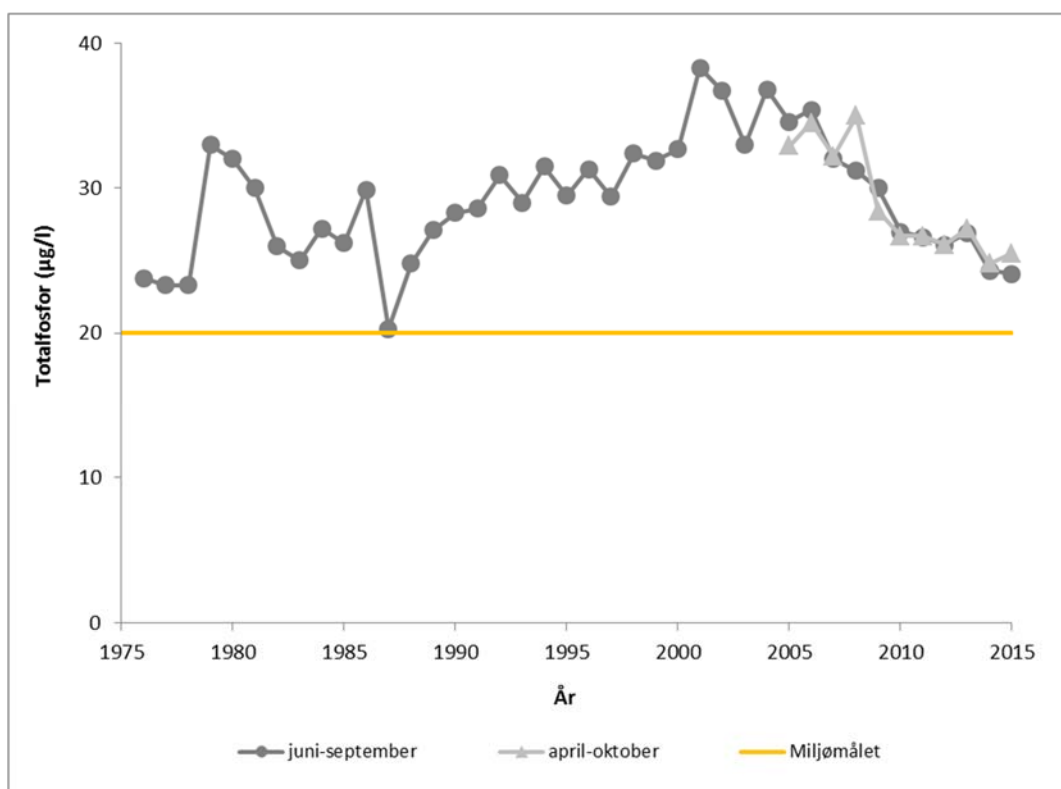
(Figur 5.8, forts. Storefjorden)



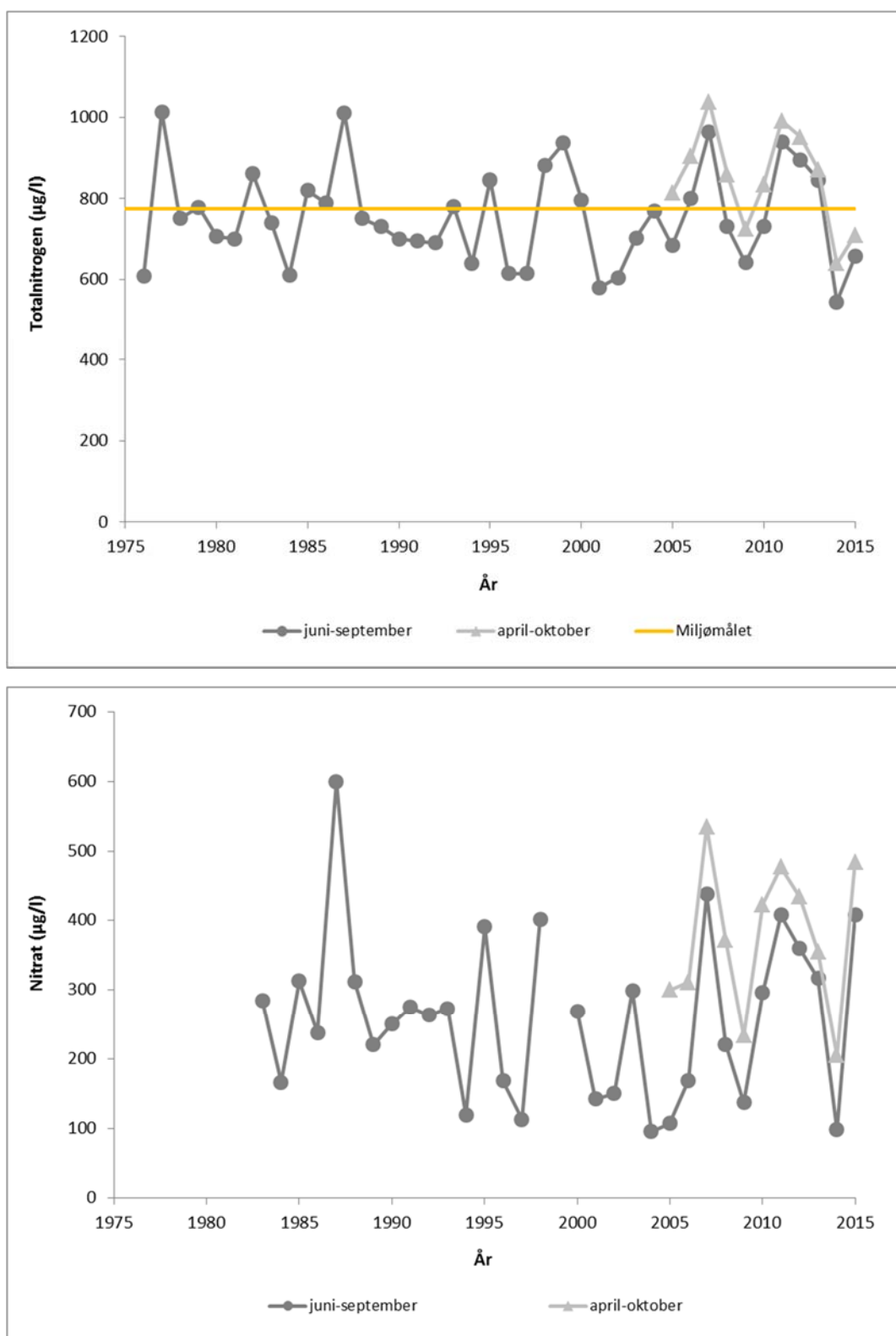
(Figur 5.8, forts. Storefjorden)



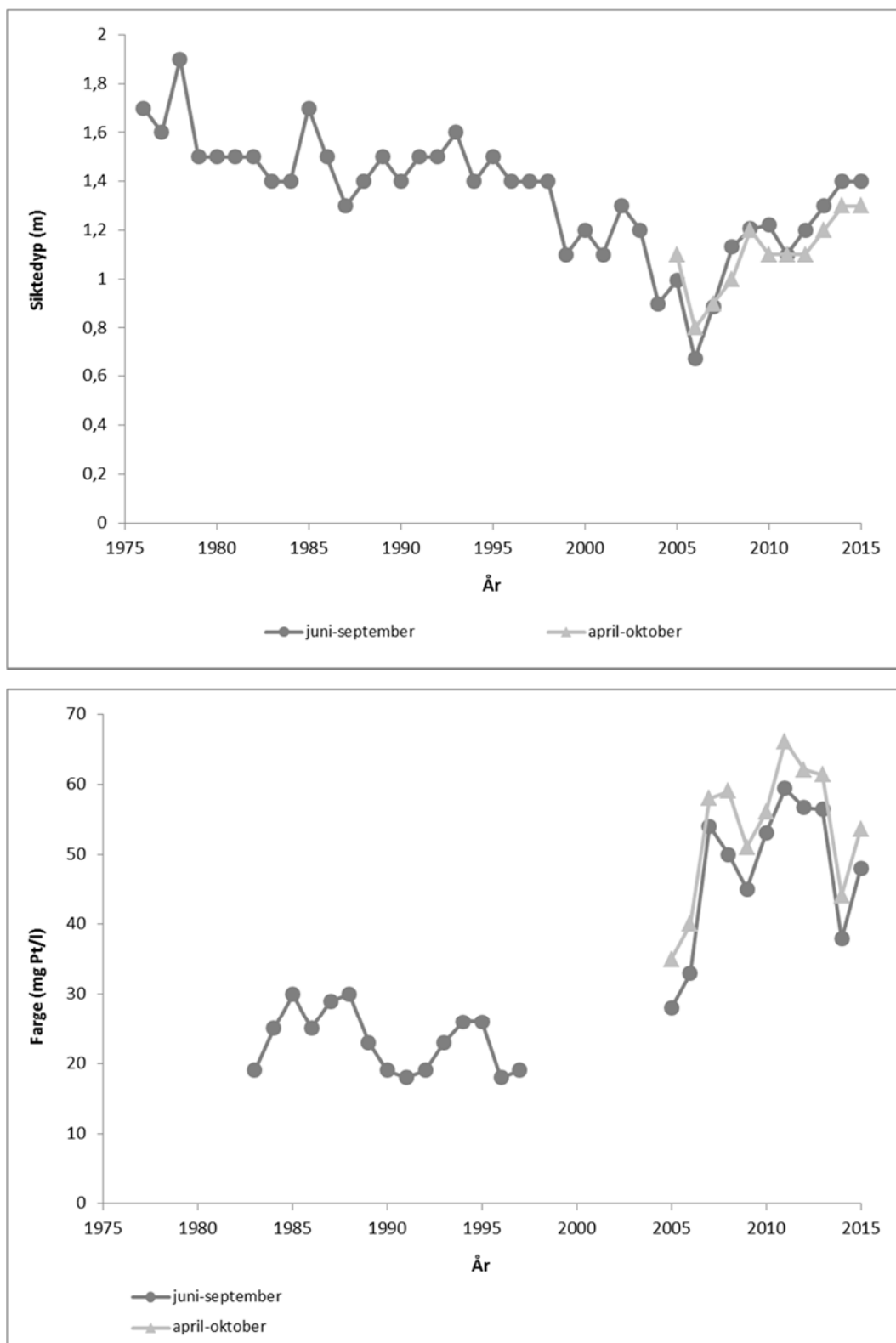
Figur 5.8. Langtidsserier for konsentrasjonen av Tot-P, klorofyll, fosfat, Tot-N, nitrat, siktedyp, farge og SS i Storefjorden (Kilde: Fylkesmann i Østfold, etter 2005 NIVA). Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand, og er vist for Tot-P, klorofyll og Tot-N.



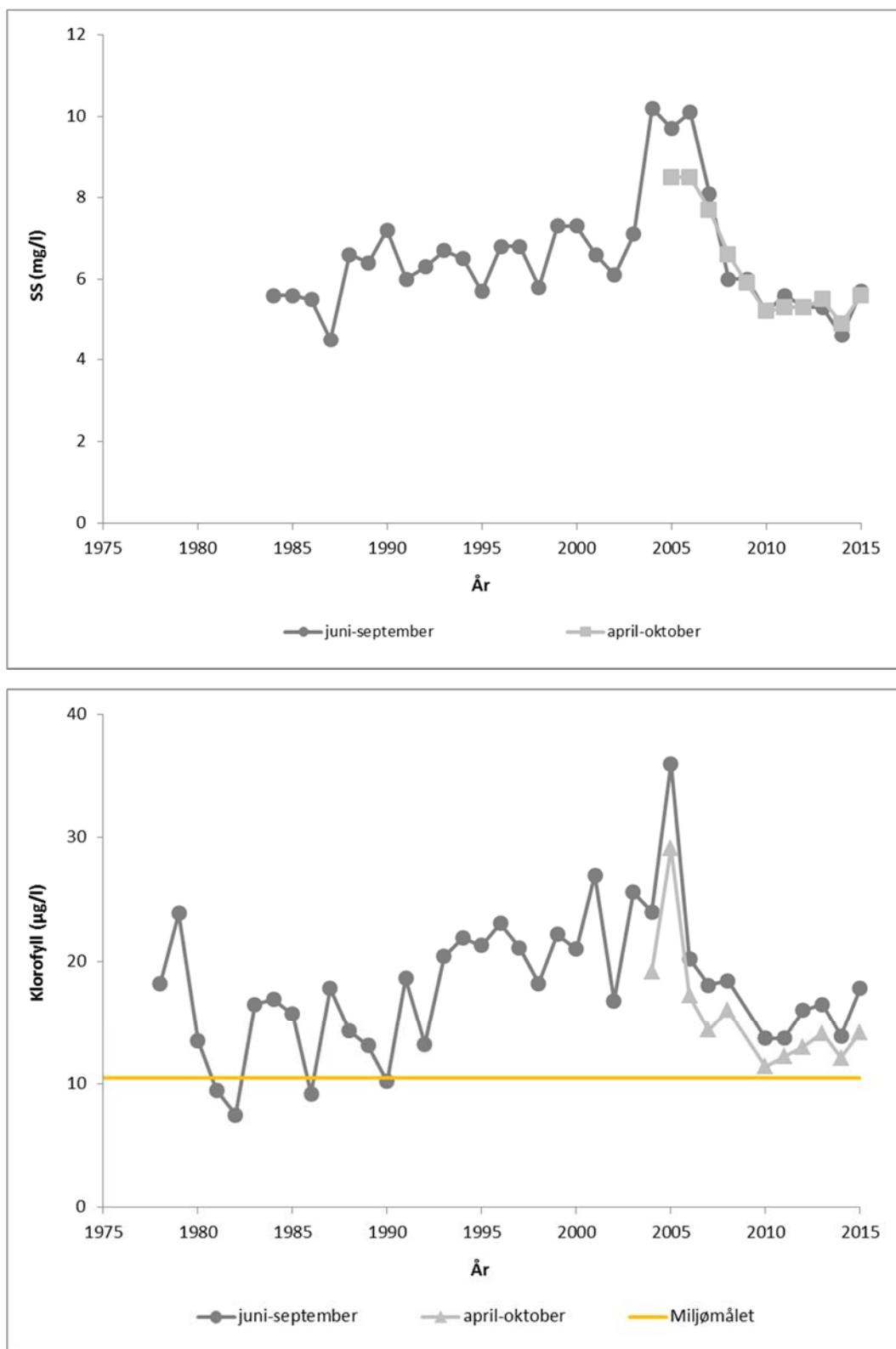
(Fig 5.9, forts. Vanemfjorden)



(Fig 5.9, forts. Vanemfjorden)



(Fig 5.9, forts. Vanemfjorden)



Figur 5.9. Langtidsserier for konsentrasjonen av Tot-P, klorofyll, fosfat, Tot-N, nitrat, siktedyp, farge og SS i Vanemfjorden (Kilde: Fylkesmann i Østfold, etter 2005 NIVA). Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand, og er vist for Tot-P, klorofyll og Tot-N.

5.5.6 Tilstand i forhold til miljømålene

I henhold til vannforskriften skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametere (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametere. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand. Vurderingene for de ulike delene av Vansjø er vist i tabell 5.1. En ny norsk planteplanktonindeks er nå utviklet for klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriften. Vurderingen av økologisk tilstand er basert på klorofyll-a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetning (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomaks) (Se Vedlegg 2 for en detaljert beskrivelse av planteplanktonindeksen).

Planteplankton (PTI) er den eneste biologiske parameteren vi har analysert i denne undersøkelsen, og i tillegg har vi vurdert støtteparameterne total fosfor, total nitrogen og siktedyp. Vansjø er humusrik og i tillegg også sterkt påvirket av erosjonspartikler. Dette påvirker siktedypet og gjør denne parameteren lite egnet som et godt mål på eutrofiering. I selve tilstandsklassifiseringen har vi derfor valgt å vektlegge PTI sammen med totalfosfor og totalnitrogen.

I Storefjorden gav PTI-indeksen, totalnitrogen og totalfosfor tilstandsklasse moderat. I Vanemfjorden gav PTI-indeksen og totalfosfor moderat status, mens totalnitrogen gav status god. Det ble ikke foretatt noen målinger i Grepperødfjorden i 2015. Grepperødfjorden ble i 2013 klassifisert til moderat økologisk tilstand basert på PTI-indeksen, totalfosfor og totalnitrogen.

Tabell 5.1. Tilstand i Storefjorden og Vanemfjorden i forhold til målene i vannforskriften i 2010-2015.

Store fjorden	Klorofyll -a µg/l	PTI* nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Sikte- dyp m	STS mg/l	Farge mgPt/l	Biomasse alger mg/m ³
<i>Miljømål</i>	9	0,6	16	650	2,2			
2015	6,9	0,48	22,0	1037	1,5	4,9	54,3	1098
2014	9,0	0,52	19,3	822	1,5	4,0	42,9	1090
2013	11	0,47	20,3	1311	0,8	4	60,5	1338
2012	7,6	0,52	21,6	1124	1,4	3,5	63,1	1316
2011	6,8	0,53	22,4	1179	1,2	4,1	65,5	731
2010	6,7	0,48	19,6	1068	1,4	3,6	58,0	902
Vanem fjorden	Klorofyll -a µg/l	PTI* nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Sikte- dyp m	STS mg/l	Farge mgPt/l	Biomasse alger mg/m ³
<i>Miljømål</i>	10,5	0,6	20	775	2,4			
2015	14,9	0,51	24,1	657	1,4	5,7	48,0	1557
2014	12,1	0,57	24,3	544	1,4	4,6	37,9	1410
2013	16,5	0,51	26,9	845	1,3	5,2	56,4	1513
2012	16	0,50	26,1	894	1,2	5,3	56,7	1605
2011	13,7	0,50	26,6	938	1,1	5,6	59,4	1326
2010	13,7	0,45	27	731	1,2	5,2	53,0	1263

6 KONKLUSJON OG OPPSUMMERING

6.1 Miljøtilstanden sett i forhold til miljømålene

Elver og bekker:

For elver og bekker var det bare to stasjoner som hadde gjennomsnittlige konsentrasjoner av TP nært miljømålet (Haande m.fl. 2011; Direktoratgruppen 2009), dette var i Mossefossen og i Svinna oppstrøms Sæbyvannet (tabell 4.1). Det er fremdeles for høye verdier av både fosfor, nitrogen og tarmbakterier i alle målte stasjoner. Dette gjelder også for Hølenelva, som har svært høye konsentrasjoner av næringsstoffer og tarmbakterier.

Innsjøer:

I henhold til vannforskriften skal økologisk tilstand i innsjøer og elver vurderes med hjelp av biologiske indikatorer. Andre parametere (f.eks. næringsstoffkonsentrasjoner, siktedyp) kan brukes som støtteparametere. Miljømålet defineres som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand.

Planteplankton (PTI) er den eneste biologiske parameteren vi har analysert i denne undersøkelsen, og i tillegg har vi vurdert støtteparameterne total fosfor, total nitrogen og siktedyp. Alle innsjøene i Vansjø-Hobølvassdraget er humusrike og i tillegg er flere av innsjøene i nedre delen av vassdraget også sterkt påvirket av erosjonspartikler. Dette påvirker siktedypet og gjør denne parameteren lite egnet som et godt mål på eutrofiering. I selve tilstandsklassifiseringen har vi derfor valgt å vektlegge PTI sammen med totalfosfor og totalnitrogen.

Tabell 6.1 gir en oversikt over miljøtilstanden i de undersøkte innsjøene mens figur 6.1 illustrerer dette for planteplankton-indeks (PTI), totalfosfor og total nitrogen. I tabellen og figuren er det angitt farger som tilsvarer de gjeldende tilstandsklassene (jf. Vedlegg 1 om 'Vannforskriften og klassifiseringssystemet').

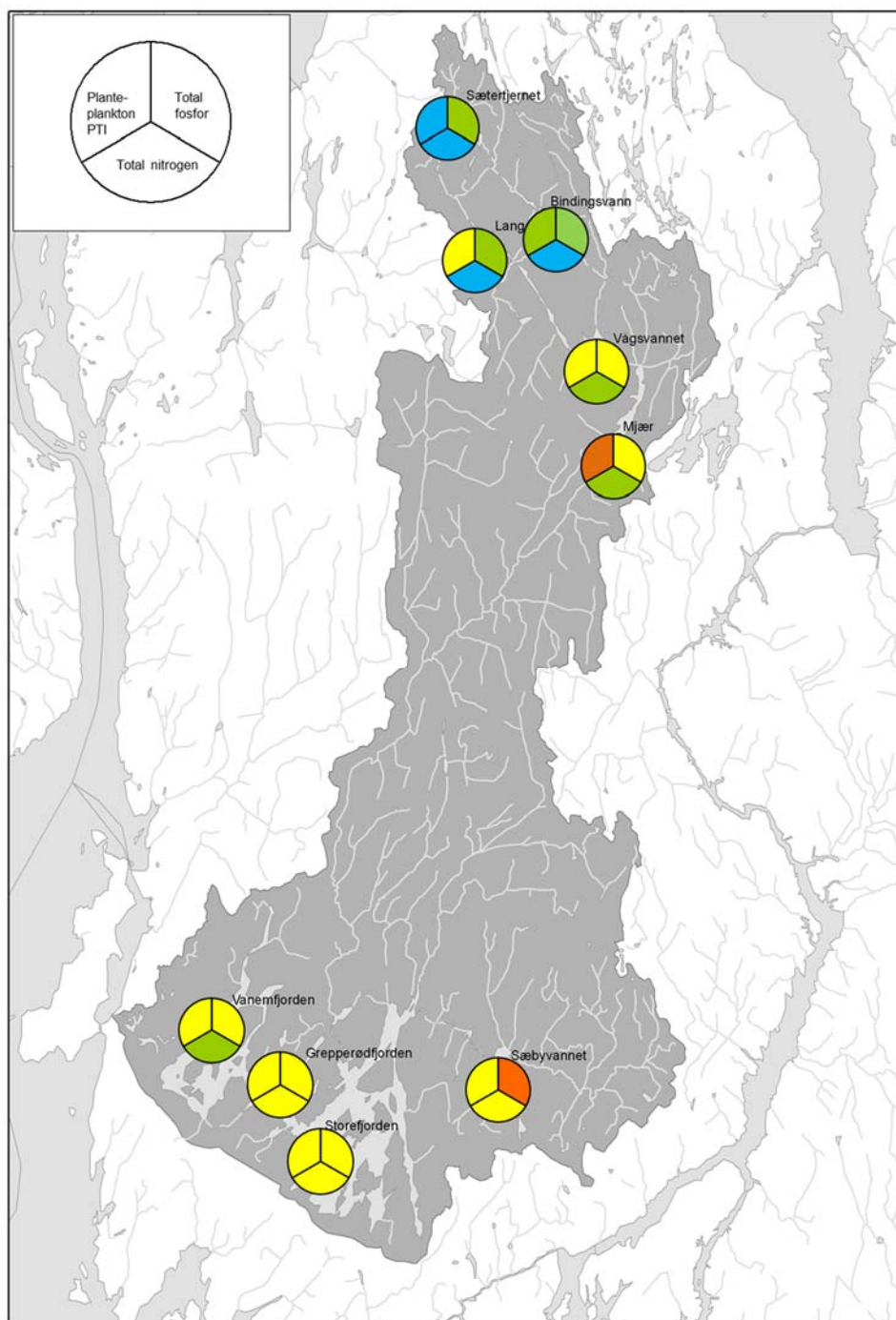
Storefjorden og Vanemfjorden er klassifisert til moderat økologisk tilstand i 2015. Mjær vurderes å være i dårlig økologisk tilstand i 2015, noe som skyldes en kraftig oppblomstring av algen *Gonyostimum semen* og oppblomstring av cyanobakterier i deler av vekstsesongen. Sæbyvannet vurderes å være i moderat økologisk tilstand i 2015.

Tabell 6.1. Økologisk tilstand i i innsjøer og innsjøbassenger i nedbørfeltet til Vansjø-Hobølvassdraget i 2015 i forhold til vannforskriften. Miljømålet er grensen mellom god og moderat økologisk tilstand og er angitt for innsjøtype 7 (L-N3) og 9 (L-N8). Alle tall er årsgjennomsnitt.

Innsjø	Kloro fyll-a µg/l	PTI* nEQR	Total fosfor µg/l	Total nitrogen µg/l	Sikte- dyp m	STS mg/l	Farge mgPt/l	Biomasse alger mg/m ³
<i>Miljømål 7/L-N3</i>	9	0,6	16	650	2,2			
Sætertjern ¹	4,7	0,89	12,9	408	1,6	1,9	82,9	633
Bindingsvann ²	6,5	0,69	12,2	359	1,6	2,2	74,7	844
Langen ²	11,8	0,58	15,0	442	1,6	2,7	69,9	1128
Våg ²	15,6	0,50	18,0	536	1,7	2,9	71,5	1570
Mjær	19,8	0,30	19,3	610	1,6	4,3	68,3	1965
Sæbyvannet	9,7	0,49	33,0	1082	1,1	7,1	97,3	1008
Storefjorden	6,9	0,48	22,0	1037	1,5	4,9	54,3	1098
<i>Miljømål 9/L-N8</i>	10,5	0,6	20	775	2,4			
Grepperødfjorden ²	26,0	0,49	33,8	778	1,1	5,9	65,7	2092
Vanemfjorden	14,9	0,51	24,1	657	1,4	5,7	48	1557

¹Resultater fra 2012

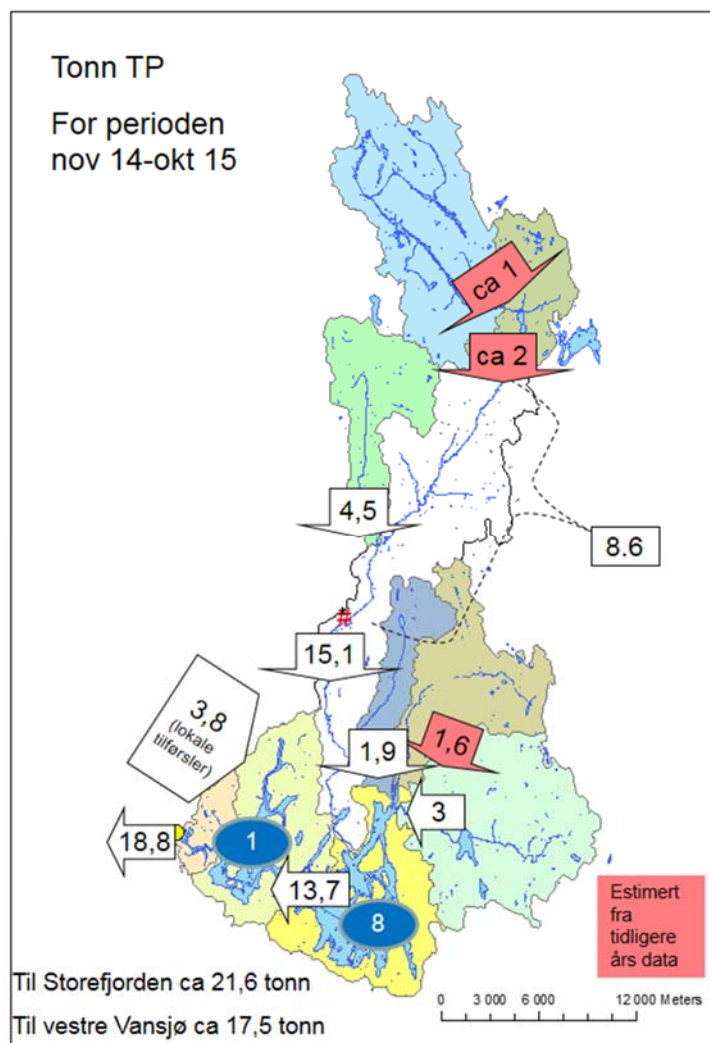
²Resultater fra 2013.



Figur 6.1 Tilstanden i innsjøene i 2015 illustrert for planteplanktonindeks (PTI), totalfosfor og total nitrogen. Tilstandsklassifiseringen av Sætertjernet er fra 2012 og tilstandsklassifiseringen av Bindingsvannet, Langen, Vågsvannet og Grepperødfjorden er fra 2013.

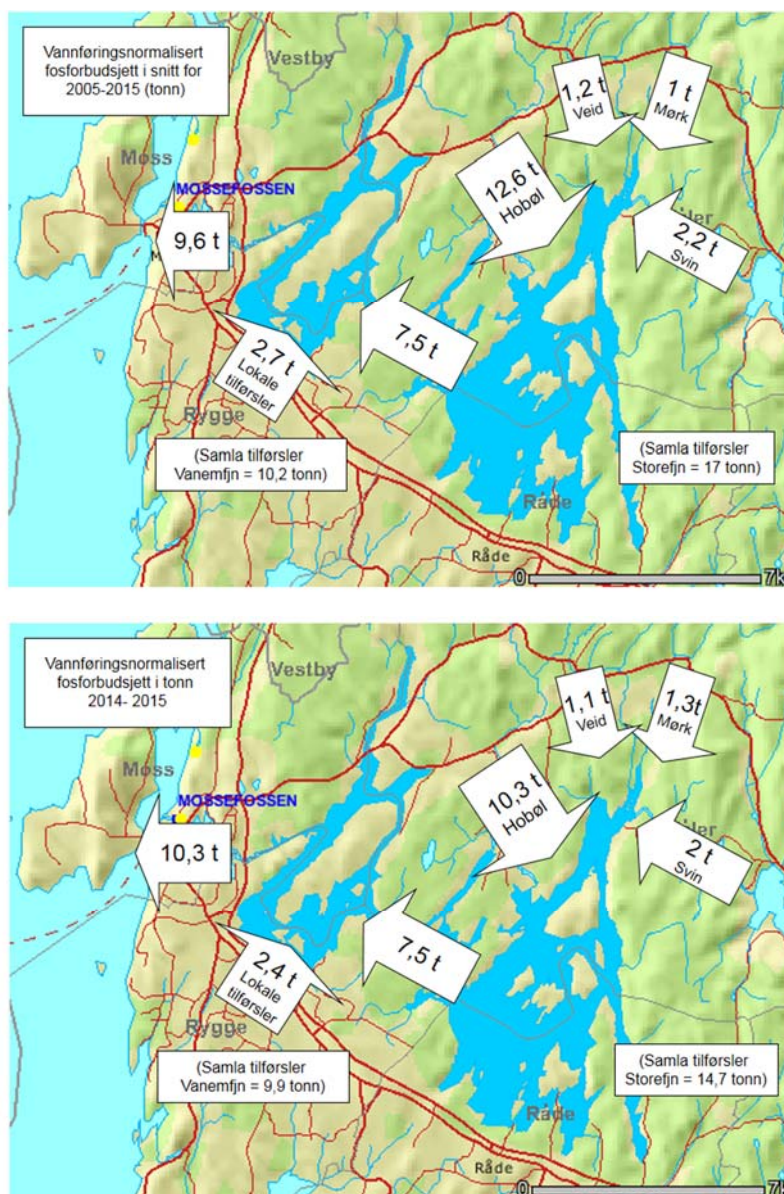
6.2 Fosforbudsjett

I Vedlegg 6 er det tabeller med budsjett for nitrogen, suspendert stoff og fosfortilførsler (sistnevnte både med og uten vannføringsjustering) siden 2005. Figur 6.2 viser fosforbudsjettet (totalfosfor; ikke vannføringsnormalisert) for overvåkingsperioden. Tilførsler ved Tangen (innløp Mjør), utløp Mjør og Mørkelva er beregnet, basert på tidligere års overvåking.



Figur 6.2. Fosforbudsjett for vassdraget, vist som tonn totalfosfor (TP) i rapporteringsperioden. Tallene i de blå sirklene angir retensjon i hvert av innsjøbassengene til Vansjø. Budsjettet er ikke justert for vannføring.

Kartene i figur 6.3 illustrerer vannføringsnormaliserte fosforbudsjett for perioden 2005-2015 som gjennomsnitt (øverst), og siste overvåkingsperiode (2014-2015). Vannføringsnormaliserte tilførsler av totalfosfor til Storefjorden for siste årsperiode er beregnet til litt under 15 tonn, som er lavere enn snittet for perioden 2005-2015. Bekkefeltene rundt dette innsjøbassenget er ikke medregnet; det antas at disse utgjør ca. 2 tonn i et normalår. Vannføringsnormaliserte tilførsler totalt til vestre Vansjø var omlag 10 tonn, som er på likt nivå med snittet for 2005-2015.



Figur 6.3. Vannføringsnormalisert fosforbudsjett (tonn) for hele Vansjø: Øvre kart er gjennomsnitt for perioden 2005-2015; nedre kart for inneværende rapporteringsperiode. (Kartgrunnlag NVE-Atlas).

6.3 Utvikling av tilførsler

De høye vannføringene tatt i betraktning, var tilførslene i denne rapporteringsperioden jevnt over relativt lavere enn snittet for 2005-2015. I Hobøelva har det vært en nedgang i tilførsler av fosfor, noe som bl.a. sees i form av en reduksjon i TP i forhold til SS-nivået. Med andre ord har mengden fosfor per partikkel gått ned i årene etter ca. 2008.

Tross nedgangen i tilførsler av næringsstoffer fra Hobøelva til Storefjorden er det fremdeles høy næringsstofftransport både i Kråkstadelva og Hobøelva. I begge elver er også tarmbakterienivået høyt, så noe av tilførslene stammer sannsynligvis fra kloakk.

For lokale bekkefelt til vestre Vansjø er årets vannføringsnormaliserte tilførsler litt mindre enn gjennomsnittet for tidligere år, men det var mye nedbør og avrenning dette året og derfor er de reelle tilførslene litt større enn normalt. Nitrogentilførslene var store sammenlignet med tidligere på grunn av høye konsentrasjoner og mye nedbør. De høyeste fosforkonsentrasjonene ble funnet i de bekkene som har størst jordbruksandel i nedbørfeltet. TP/SS-forholdet viser tendens til nedgang i fire av seks bekker rundt vestre Vansjø. Mindre tilførsler fra spredt avløp og redusert fosforgjødsling har sannsynligvis bidratt til dette.

Det må legges til at det er usikkerhet i estimatene av tilførsler, noe som alltid vil være tilfelle, ikke minst når beregningene er basert på stikkprøver. Vannføringsdata brukt i småbekkene er også noe mangelfulle siden de er basert på data fra Skuterudfeltet i Akershus fylke.

6.4 Langtidsutvikling i Vansjø

Langtidsutviklingen i Vansjø viser, oppsummert, at:

- Fosforinnholdet i Storefjorden er til dels styrt av tilførsler av erosjonspartikler fra nedbørfeltet og dermed nedbørmengde, antall flomepisoder, omfang av ras og antall vinterdager med frost og snø. Flommen som kom i begynnelsen av september i 2011 illustrerer godt denne sammenhengen mellom nedbørmengde og totalfosfor.
- Flommen i 2000 medførte en kraftig økning av fosforkonsentrasjonen i Vanemfjorden. Mellom 2002 og 2014 sank konsentrasjonen gradvis, særlig i perioden 2007-2010, og det er mulig at tiltak i de lokale bekkefeltene har bidratt til denne nedgangen. Dette, sammen med utviklingen av giftige algeoppblomstringer i perioden 2001-2006, understreker at flomhendelser kan ha en eutrofieringseffekt som påvirker vannkvaliteten og som kan motvirke effekten av kostbare tiltak i flere år etter flomhendelsen.
- I perioden 2012-2015 har fosforkonsentrasjonene sunket noe for både Vanem- og Storefjorden, til tross for økt nedbør disse årene. Dette kan ha sammenheng med at mye av nedbøren har kommet sent på høsten og om vinteren, mens fosforkonsentrasjonen måles fra mai til oktober.
- Utviklingen av nitrogenkonsentrasjonen i både Storefjorden og Vanemfjorden er preget av kraftige variasjoner fra år til år, men med et stabilt langtidsgjennomsnitt.
- Det har blitt observert en vesentlig tilbakegang i biomassen av *Microcystis*-arter i Vanemfjorden og Nesparken etter 2006. *Microcystis* antas å være hovedprodusenten av algegiften microcystin i Vansjø.
- Algen *Gonyostomum semen* har blitt mer dominerende i Vanemfjorden de siste årene
- Algemengden i Vansjø er trolig i størst grad begrenset av lys, men fosfor-, nitrogen- og silikatbegrensning kan også spille en rolle, særlig i den siste delen av sommeren.
- Fargetallet har økt uvanlig mye i innsjøen fra 2006-2007. Årsaken er uklar men dette har medført en kraftig reduksjon i siktedyp og algenes tilgang til lys.

6.5 Utvikling i de seks andre innsjøene

Utviklingen i de øvrige innsjøene i feltet kan oppsummeres som følger:

- **Sætertjernet** vurderes å være i god økologisk tilstand basert på data fra 2008-2009 og 2012.
- **Bindingsvannet** vurderes å være i god økologisk tilstand (2013), men ligger på grensen mot moderat tilstand. Det har vært oppblomstring av algen *Gonyostomum semen* i hele overvåkingsperioden (2008-2013). Det foreligger ingen langtidsdata fra denne innsjøen.
- **Langen** vurderes å være i moderat økologisk tilstand (2013), men ligger på grensen mot god tilstand. Det har også her vært oppblomstring av algen *G. semen* de siste årene. De siste fem årene har det vært en økning i biomassen av planteplankton, og dette kan skyldes en økende dominans av *G. semen*.
- **Våg** vurderes å være i moderat økologisk tilstand (2013). Innholdet av totalfosfor har økt de siste tre årene, og algemengden har også økt i 2011-2013 sammenlignet med årene før (2008-2010).
- **Mjær** vurderes å være i dårlig økologisk tilstand i 2015 og dette skyldes både en kraftig oppblomstring av algen *Gonyostomum semen* og oppblomstring av cyanobakterier i deler av vekstsesongen. Innholdet av totalfosfor har variert mellom 20-30 µg P/l siden midten av 1990-tallet, og det har skjedd en nedgang fra 2000 og frem til i dag.
- **Sæbyvannet** vurderes å være i moderat økologisk tilstand i 2015. Det foreligger spredte historiske overvåkingsdata fra 1982 og frem til i dag, og både innholdet av totalfosfor og klorofyll viser en svakt økende tendens i løpet av hele denne perioden, med en topp rundt 2000. Det ble i 2015 tatt fosforanalyser av bunnvannet som viser at det er en svak intern gjødsling i innsjøen, men hovedutfordringen er eksterne tilførsler da de største mengdene med fosfor kommer med tilførselselvene.

7 REFERANSER

Bechmann, M. 2014. Long-term monitoring of nitrogen in surface and subsurface runoff from small agricultural dominated catchments in Norway. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 198,13-24.

Direktoratsgruppa (2009). Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 01:2009. Utgitt av Direktoratsgruppa for gjennomføring av Vanndirektivet. 127 s.

Haande, S., Lyche Solheim, A., Moe, J., Brænden, R., 2011. Klassifisering av økologisk tilstand i elver og innsjøer Vannområde Morsa iht. Vanndirektivet. NIVA Rapp 6166-2011. 39 s.

Hongve, D., Haaland, S., Riise, G., Fauskrud, S., 2011. Årsaker til økende farge på vann i overflatekilder. Vann 04-2011, 453-462.

Skarbøvik, E., Haande, S., Bechmann, M., Skjelbred, B. og Eggestad, H.-O. 2014. Overvåking Vansjø/Morsa 2012-2013. Resultater fra overvåkingen i perioden oktober 2012 til oktober 2013. Bioforsk rapport 9(35). 121 s.

Solheim, A. L., Gunnarsdottir, H., Haande, S., Skarbøvik, E., Bechmann, M., Brabrand, Å., Jantsch, T.G., Hammer, L. O. 2013. Restaurering av Sæbyvannet. Rapport fra workshop om tilstand, belastninger og mulige tiltak. NIVA Rapport 6536-2013, 21 s.

VEDLEGG

Vedlegg 1: Ordliste

Vedlegg 2: Informasjon om nedbørfeltet

Vedlegg 3: Utfyllende informasjon om metoder

Vedlegg 4: Utfyllende informasjon om innsjøer oppstrøms Vansjø

Vedlegg 5: Utfyllende informasjon om Vansjø

Vedlegg 6: Næringsstoffbudsjett og arealspesifikke tilførsler

Vedlegg 7: Faktaark

Vedlegg 1: Ordliste

Farge

Vannets farge gjenspeiler vannets innhold av løste organiske forbindelser. I overflatevannet er det stort sett vannets humusinnhold som er avgjørende for vannets farge og parameteren benyttes i praksis til å si noe om vannets innhold av humusstoffer.

Fosfor og fosfat (ortofosfat)

Totalfosfor (TOT-P) omfatter alle fosforforbindelsene i vannmassene – både det som er bundet til partikler og det som finnes løst. Partikkelbundet fosfor er det fosforet som er bundet i biologisk materiale og til uorganiske partikler. Planteplanktonet har behov for en rekke næringsstoffer, men det er ofte fosfat det er minst av og som derfor bestemmer veksten og mengden av planteplanktonet. Ortofosfat (orto-P) er den fosforfraksjonen som antas umiddelbart tilgjengelig for planteplanktonet.

Karbon – totalt organisk (TOC)

Parameteren totalt organisk karbon er et uttrykk for vannets totale innhold av partikulære og løste organiske forbindelser. I overflatevannet er det stort sett vannets humusinnhold og vannets innhold av alger og dødt organisk materiale som bestemmer konsentrasjonen av TOC. Sammen med vannets farge vil TOC være nyttig for å vurdere den mengden av organisk materiale som skyldes humusstoffer og den mengden som skyldes annet organisk materiale (alger og lignende).

Klorofyll-a

Klorofyll-a er et pigment som er spesifikt for fotosyntetiserende organismer og denne parameteren benyttes ofte som et mål på mengden alger i vannmassene. Variasjonene i klorofyll-a følger i stor grad variasjonene i algevolumberegningene. Begge parametere er mål for planteplanktonets mengde, men de nærmer seg dette målet på to svært ulike måter. Det vil derfor være en viss variasjon i forholdet mellom klorofyll og algevolum avhengig av hvilke arter som dominerer planktonsamfunnet og av andre ytre forhold som for eksempel lystilgang.

Microcystin

Levertoksinet microcystin har fått navn etter cyanobakterien *Microcystis* fordi det først ble isolert fra denne algen. Det er siden vist at microcystin produseres av flere vanlige cyanobakterier som *Anabaena* og *Planktothrix*. Det finnes ikke nasjonale grenseverdier for microcystin i vann, men Verdens Helseorganisasjon fraråder å drikke vann som inneholder mer enn 1 µg microcystin/l. Organisasjonen fraråder også å bade i vann der konsentrasjonen overskrider 10 µg microcystin/l (se også www.niva.no/alger).

Nitrogen, nitrat og ammonium

Totalnitrogen omfatter alle nitrogenforbindelser i vannmassene. Nitrat (NO₃) er et viktig næringsstoff for alger i ferskvann. Selv om det er fosfor som oftest er vekstbegrensende på årsbasis i de fleste innsjøer, er det ikke uvanlig at nitrat er vekstbegrensende i deler av vekstsesongen, spesielt i næringsrike systemer. Ammonium (NH₄) kan imidlertid i slike perioder være kilde til nitrogen hvis konsentrasjonene er høye nok. I de tilfeller hvor nitrogen er vekstbegrensende næringsstoff kan dette medføre framvekst av nitrogenfikserende cyanobakterier, dvs. alger som kan utnytte atmosfærisk nitrogen.

Oksygenforhold i innsjøer

Oksygenet står sentralt i nesten alle biologiske og mange kjemiske prosesser i vannet. Det produseres av alger og høyere planter når disse har tilgang til lys og kan drive fotosyntese. Oksygen fra atmosfæren kan løse og fordele seg i vannet når innsjøen er i sirkulasjon. Den biologiske nedbrytningen av organisk stoff er den viktigste av prosessene som forbruker oksygen og den kan medføre oksygensvinn dersom forbruken overstiger produksjonen. Temperatur og konsentrasjonen av oksygen måles i felt med hjelp av elektroniske sonder.

pH

pH er et mål på vannets surhetsgrad. Vanlige næringsfattige til middels næringsrike innsjøer har ofte pH rundt nøytralitetspunktet 7,0 eller en svak sur reaksjon. I næringsrike innsjøer med kraftig fotosyntese i de øvre vannlagene kan pH bli svært høy om sommeren - spesielt på vindstille dager. Under slike forhold kan fosfor bundet til leirpartiklene frigis til vannmassene slik at algene lettere kan nyttiggjøre seg dette. Under vindpåvirkning, spesielt i humøse sjøer, vil ofte nedbrytingsprosessene jevne ut pH-økningen som følge av fotosyntesen. pH måles med elektroniske sonder direkte i felt.

Planteplankton

Planteplankton er fotoautotrofe prokaryoter eller eukaryotiske alger som lever i vann der det er nok lys til å gjennomføre fotosyntese. Ordet «plankton» kommer fra gresk 'planktos' og betyr 'vandrer' eller 'en som driver rundt'. Eksempler på viktige planteplanktongrupper er diatoméer, cyanobakterier (eller blågrønnalger) og dinoflagellater.

Phycocyanin

Phycocyanin er et pigment som finnes i cyanobakterier. Mengden phycocyanin gir derfor informasjon om mengden cyanobakterier i vannet. NIVA har i flere år undersøkt variasjoner i mengde phycocyanin i Mossefossen ved bruk av en sonde.

Siktedyp i innsjøer

Siktedypet måles ved at en senker ned en hvit skive (Secchiskive) i vannet. Siktedypet er det dyp der en ikke lenger ser skiva eller der hvor skiva kommer til syne når den trekkes opp igjen. Siktedypet er avhengig av partikkelinnholdet i vannet (leirpartikler og alger) og humusinnhold (vannets farge). I Vansjø bestemmes siktedypet under flomperioden (vår og høst) stort sett av leirpartiklene i vannet, mens det på sommeren hovedsakelig bestemmes av algemengden.

Silikat

Silikat er et næringsstoff som kun brukes av kiselalgene for å bygge opp et ytre skall av kisel (SiO_2). Hvis kiselalgene bruker opp næringsstoffet silikat vil disse algene ha redusert konkurranseevne slik at mer problematiske alger, som for eksempel cyanobakterier, blir mer dominerende i vannmassene. Silikat kan bli vekstbegrensende for kiselalgene ved konsentrasjoner under 0,1mg SiO_2/l . Dette næringsstoffet har bare naturlige kilder og skiller seg derfor fra fosfor og nitrogen som også har menneskeskapte kilder. Dog vil økt erosjon av bekkeskrenter kunne tilføre mer silikat.

Suspendert stoff - STS eller SS

Suspendert stoff er et mål på partikulært materiale (uorganisk og organisk) i vannmassene. Suspendert materiale bestemmes ved at vannet filtreres gjennom et filter og veies. Ved bestemmelse av gløderest gløder man bort det organiske materialet. Gløderesten er et mål på det uorganiske materialet i vannmassene.

Temperaturforhold i innsjøer

Temperaturforholdene er av overordnet betydning for mange av de fysiske-kjemiske prosesser som forekommer i vannmassene, og mellom vannmassene og sedimentene i en innsjø. Den vertikale temperatursjiktningen vil i avgjørende grad være styrende for oksygenforholdene i innsjøen. Temperatursjiktningen har også stor betydning for de biologiske forhold bl.a. mengde og sammensetning av planteplanktonet.

Turbiditet

Turbiditet er et mål på uklarhet eller partikkelinnhold i vannet. Høy turbiditet kan forårsakes av leire eller andre svevepartikler som gjør vannet uklart, blakket og lite gjennomsiktig. I Morsaprojektet måles turbiditet ved å registrere brytningen eller svekkingen av en lysstråle i vannet, enheten kalles for NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Hvordan lysstrålen brytes vil bl.a. avhenge av partiklens form, farge og reflektivitet, derfor må turbiditet kalibreres mot suspendert stoff ved hvert prøvested.

Vannforskriften og klassifiseringssystemet

I forbindelse med implementeringen av EUs Vanddirektiv i norsk lovverk (vannforskriften) er det utarbeidet nye kriterier for å klassifisere miljøtilstand i elver og innsjøer. Hovedvekten i klassifiseringssystemet er lagt på biologiske parametere, mens vannkjemiske parametere og siktedyp tjener som støtte for vurdering basert på biologiske kriterier. Klassifiseringssystemet er inndelt i tilstandsklassene svært god, god, moderat, dårlig og svært dårlig, og det er oppgitt en naturtilstand for hver parameter (figur 1.10). Miljømålet er definert som grensen mellom moderat og god økologisk tilstand, og i vannforekomster som er i tilstandsklasser moderat eller dårligere skal det iverksettes tiltak for å bringe vannkvaliteten til klasse god eller bedre. Et klassifiseringssystem ble utarbeidet og beskrevet i Veileder 01:2009 (Direktoratsgruppa 2009), og en revidert utgave av klassifiseringssystemet er nå publisert i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013). De reviderte klassegrensene og miljømålene er brukt i denne rapporten.

Det er utarbeidet en inndeling i ulike vanntyper basert på parameterne kalsium og humus-innhold, samt størrelse og høyderegion (høyde over havet). Grunnen til denne vanntypeinndelingen er at ulike vanntyper har ulik naturtilstand, og at dagens tilstand uttrykkes som avvik fra denne. For hver innsjøtype er det utarbeidet en forventet referanseverdi for den aktuelle parameteren, og tilstandsklassene er basert på avvik fra referanseverdi. Sammenlignet med SFTs klassifiseringssystem (SFT 1997), hvor det ikke var tatt hensyn til vanntyper, vil klassifiseringssystemet iht. vannforskriften ha strengere, eller mindre strenge grenser mellom de tilsvarende tilstandsklassene avhengig av vanntypen. For innsjøene i Morsa har vanntypene blitt angitt ved å vurdere tilgjengelige måledata for kalsium og farge (humusinnhold). I denne rapporten er innsjøene vurdert iht. vannforskriftens klassifiseringssystem.



Figuren viser tilstandsklassifisering og miljømål iht. vannforskriften.

Referanser til dette vedlegget

Direktoratsgruppa (2013). Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013. Utgitt av Direktoratsgruppa for gjennomføring av Vanndirektivet. 263 s.

Direktoratsgruppa (2009). Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 01:2009. Utgitt av Direktoratsgruppa for gjennomføring av Vanndirektivet. 127 s.

SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensingstilsyn – SFT Veiledning 97:04.

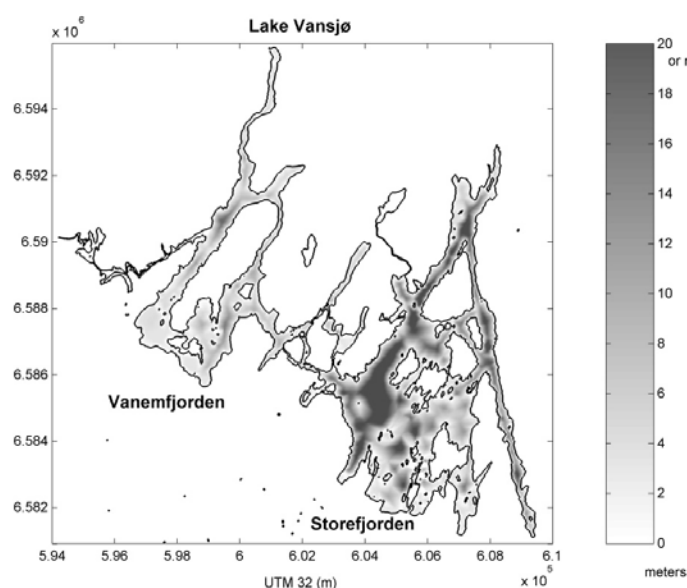
Vedlegg 2. Feltbeskrivelser

Vansjø-Hobølvassdraget er et næringsrikt lavlandsvassdrag på totalt 688 km² hvor jordbruk drives på ca. 15 % av arealene. Resten av arealene i nedbørfeltet er hovedsakelig skog. Det bor ca. 40.000 mennesker i nedbørfeltet.

Innsjøen Vansjø er 36 km² og består av flere bassenger som er skilt fra hverandre av trange sund og grunne terskler (se dybdekart, under). Vansjø deles gjerne inn i 2 hovedbasseng: en østre del (Storefjorden) med et areal på 24 km² og en vestre del (Grepperødfjorden, Vanemfjorden og Mosseelva) som er på 12 km². Både den største tilløpselva Hobøelva og de øvrige tilløpselvene munner ut i Storefjorden, mens utløpet er fra Vanemfjorden via Mosseelva og ut i Mossesundet (Oslofjorden). Storefjorden er vanntype L-N3 (kalkfattig, humøs) mens vestre Vansjø er vanntype L-N8 (moderat kalkrik, humøs). Morfometriske data for Storefjorden og vestre Vansjø er vist i tabellen under.

Tabell: Morfometriske data fra Vansjøs to hovedbasseng.

Morfometri	Storefjorden (L-N3)	vestre Vansjø (L-N8)
Overflateareal (km ²)	23,8	12
Middeldyp (m)	9,2	3,7
Største dyp (m)	41	17
Vannets teoretiske oppholdstid (år)	0,85	0,21



Dybdekart over Vansjø

Totalt areal og fordelingen av jordbruksareal i delnedbørfeltene er gitt i tabellen under:

Tabell: Arealfordelingen i nedbørfeltet til Vansjø-Hobølvassdraget*.

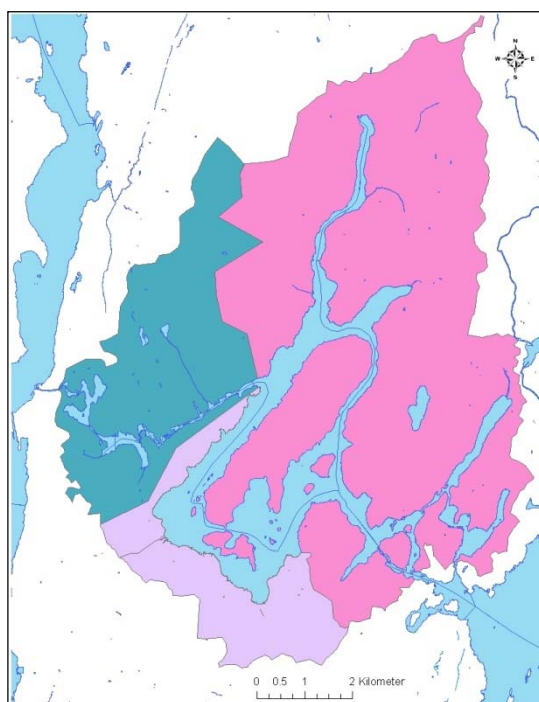
Delnedbørfelt	nedbørfelt km ²	jordbruksareal km ²
Oppstrøms Tangenelva	105,4	2,6
Strekningen Tangenelva - utløp Mjær	41,2	4,6
Kråkstadelva	51,3	22
Hele Hobølelva	333,0	36
Veidalselva	33,3	4,1
Mørkelva	61,2	5,6
Svinna	103,1	12
Storefjorden bekkefelt	73,8	
Oppstrøms Sunda	604,4	
Vestre Vansjø	67,6	11
Areal som drenerer til Mosseelva	16,3	0,5
Hele vassdraget	688,3	103

*Kilde: Blankenberg m.fl. 2008, oppdaterte tall for Vestre Vansjø og Mosseelva satt inn etter nye beregninger høsten 2009.

Nedbørfeltet til vestre Vansjø er på 68 km² og er i dette prosjektet delt inn i tre mindre enheter; søndre del, nordre del, og delfeltet som drenerer til Mosseelva. Denne inndelingen benyttes i beregningen av tilførsler. Tabellen under gir detaljer om delnedbørfeltet.

Tabell: Nedbørfeltarealer for overvåkingsfelt rundt vestre Vansjø.

Lokalitet	Nedbørfelt- areal	Jordbruk	Skog	Annet
Småfelt	dekar	%		
Guthusbekken (Gut)	3150	12	80	8
Sperrebotnbekken (Spe)	2481	19	71	10
Augerødbekken (Aug)	4778	20	77	3
Ørejordetbekken (Øre)	692	0	6	94
Årvoldbekken (Årv)	486	40	17	43
Støabekken 1 (St1)	157	89	0	11
Vaskebergetbekken(Vas)	130	91	9	0
Huggenesbekken (Hug)	810	85	9	6
Dalen (Dal)	882	0	100	0
Hele nedbørfeltet	km ²			
Øst for vestre Vansjø	47			
Mellom Raet og Vansjø	8			
Vestre Vansjø	68	11		
- hvorav vannflate	12			
Mosseelva	16	0,5		
- hvorav vannflate	1			



Kart over nedbørfeltet til vestre Vansjø (rosa og lilla areal) og Mosseelva (blågrønt areal).

Referanser til dette vedlegget

Blankenberg, A.-G.B, Turtumøygard, S., Pengerud, A., Borch, H., Skarbøvik, E., Øygarden, L., Bechmann, M., Syversen, N.M., Vagstad, N., 2008. Tiltaksanalyse for Morsa: "Effekter av fosforreduserende tiltak i Morsa 2000-2006". Bioforsk Rapport 3(86). 54 s

Vedlegg 3. Metodikk– informasjon om prøvetaking, frekvens og parametere

Prøvetaking i Vansjø

Overvåkingen i 2015 pågikk i perioden 29. april til 14. oktober. Det ble innhentet vannprøver hver 14. dag i denne perioden fra Storefjorden og Vanemfjorden. Grepperødfjorden og Grimestadkilen ble ikke tatt med i 2014 overvåkingen. Nesparken ble undersøkt hver 14. dag i perioden fra midten av juni til midten av august (måleprogram i tabellen under). I 2015 ble prøvetakingen i Vansjø gjennomført av Ronald Thorvaldsen og en medhjelper.

Prøvetaking i øvrige innsjøer

I 2008 ble det igangsatt en felles overvåking av seks utvalgte innsjøer i Vansjø-Hobølvassdraget, som alle står i fare for ikke å oppfylle kravene om god økologisk tilstand i iht. vannforskriften. I tillegg til Sæbyvannet, som har blitt overvåket siden 2005, som en del av overvåkingsprogrammet for Morsa, så gjelder dette også Mjær, Våg, Langen, Bindingsvannet og Sætertjernet. Overvåkingen ble videreført i 2009. Sætertjernet ble vurdert å være i god økologisk tilstand begge disse to årene (2008-2009) og har heretter blitt overvåket hvert tredje år. Innsjøen ble overvåket igjen i 2012. Innsjøene Våg, Langen, Bindingsvannet har blitt overvåket årlig frem til 2013, men ble ikke inkludert i 2014 overvåkingen. Mjær og Sæbyvannet ble overvåket i 2014 og 2015.

Overvåkingen ble gjennomført i perioden 29. mai til 14. oktober, og det ble innhentet vannprøver en gang pr. måned, til sammen seks ganger. Se tabell over for analyserte parametere. I 2015 ble prøvetakingen i Sæbyvannet gjennomført av Ronald Thorvaldsen og en medhjelper. I Mjær ble feltarbeidet gjennomført av NIVA og Ronald Thorvaldsen.

Analyseprogram for alle innsjøer

I 2015 byttet Morsa analyselaboratorium fra NIVA til Eurofins. Alle vannkjemiske analyser for prøvene fra innsjøene ble analysert ved Eurofins, mens analyser av klorofyll-a, microcystin (algetoksin) og planteplankton ble gjort ved NIVA.

Måleprogram for stasjonene i Vansjø, samt Sæbyvannet og Mjør i 2015. *Det ble også tatt bunnprøver i Sæbyvannet for å måle Tot-P og PO₄-P/ortoP

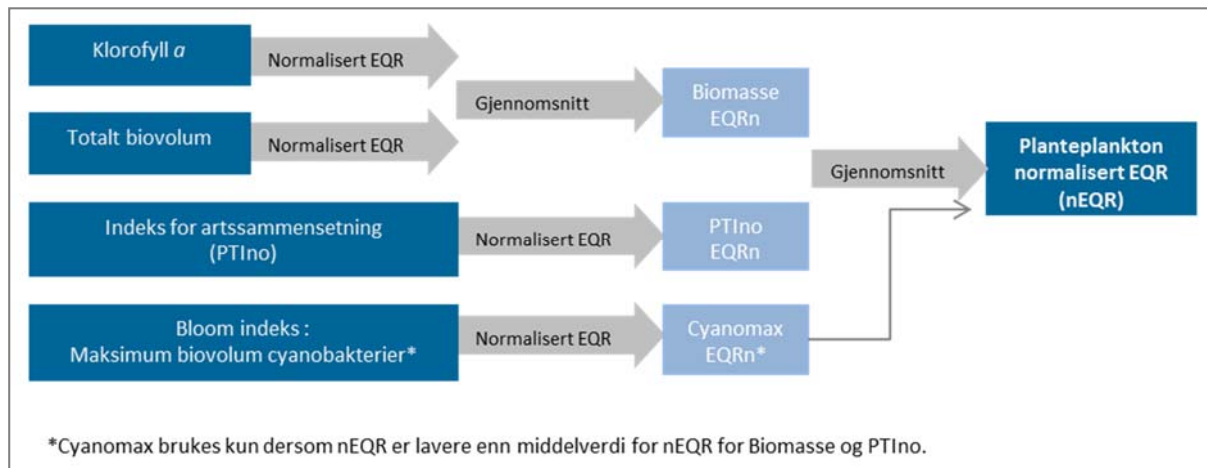
Parameter:	Storefjorden & Vanemfjorden	Nesparken (Juni-August)	Sundet	Sæbyvannet	Mjør
Klf.a	14. dag	14. dag		4. uke	4. uke
Microcystin	14. dag	14. dag		4. uke	4. uke
Siktedyp	14. dag	14. dag		4. uke	4. uke
Fluorosens-profil	14. dag	14. dag		4. uke	4. uke
O ₂ -profil	14. dag	14. dag		4. uke	4. uke
pH-profil	14. dag	14. dag		4. uke	4. uke
Temp-profil	14. dag	14. dag		4. uke	4. uke
Tot-P	14. dag	14. dag	14. dag	4. uke*	4. uke
PO ₄ -P/ortoP	14. dag	14. dag	14. dag	4. uke*	4. uke
Part-P	14. dag				
Tot-løst-P	14. dag				
Tot - N	14. dag		14. dag	4. uke	4. uke
NH ₄ -N	14. dag				
NO ₃ -N	14. dag				
SS	14. dag		14. dag	4. uke	4. uke
SiO ₂	14. dag				
Alger	14. dag			4. uke	4. uke
Farge	4. uke			4. uke	4. uke
TOC	4. uke			4. uke	4. uke
Gløderest	14. dag			4. uke	4. uke

Planteplankton

Prøvetakingen av planteplankton ble foretatt i henhold til standardprosedyre (NS-9459) og består av en blandeprøve fra eufotisk sone (0-4 m). Det ble tatt ut prøver for klorofyllanalyse, vannkjemi og planteplankton fra samme blandeprøve. Kvantifiseringen av planteplanktonet ble foretatt i omvendt mikroskop iht. norsk standard (NS-EN 15204) og biomassen og artssammensetningen ble beregnet.

Artssammensetning og biovolum kan gi viktig informasjon om eutrofieringsbelastningen i den enkelte vannforekomsten. Vurdering av økologisk tilstand for planteplankton er basert på klorofyll a, totalt biovolum, trofiindeks for artssammensetning (PTI) og oppblomstring av cyanobakterier (Cyanomax). NIVA har vært en sentral aktør i utarbeidelsen av disse indeksene, samt i interkalibreringsprosessen: Indeksene er nå interkalibrert med de nordiske landene, og spesifikasjonene, som tidligere var beskrevet i teknisk interkalibreringsrapport for klassifiseringssystemer av 2011 (Lyche-Solheim *et al.* 2011), er nå i sin helhet beskrevet i den reviderte klassifiseringsveilederen (Veileder 01:2013). Klorofyll a og biovolum er to uavhengige mål på planteplanktonets biomasse. PTI er en indeks basert på artssammensetning, der hver art vektet i henhold til sin indikatorverdi langs trofigradienten og sin relative biomasse. PTI er interkalibrert med nordiske data fra juli-september og regresjonsanalyse er gjort for å kunne benytte norske data fra hele vekstsesongen. Cyanomax er det maksimale biovolumet av cyanobakterier observert i vekstsesongen. Figuren

under viser hvordan gjennomsnittet av normalisert EQR (nEQR) for de ulike indeksene beregnes for å få en felles nEQR for planteplankton. Cyanomax benyttes kun når denne nEQR er lavere enn gjennomsnittet av de andre nEQR for planteplankton. Dette gjøres for å unngå at fravær av cyanobakterier bidrar til en høyere nEQR, dvs bedre økologisk tilstand.



Figuren viser hvordan planteplanktonideksen beregnes: klorofyll a, totalt volum og PTI normaliseres og gjennomsnittet benyttes for å beregne en EQRn for planteplankton. EQRn beregnes først for biomassen (klorofyll a og totalt volum) før det beregnes en gjennomsnittlig EQRn for planteplankton. Indeksen for Cyanomax benyttes kun hvis denne EQRn er lavere enn gjennomsnittet av de andre indeksene. (fra Annex 1 i Lyche-Solheim et al. 2011).

Prøvetaking i elver og bekker

Stasjoner, parametere og prøvetakingsfrekvens i tilførselselver og -bekker i rapporteringsperioden 1. november 2014- 31. oktober 2015 er vist i tabellene under.

Forkortelse stasjonsnavn	Stasjonsnavn og sted (se også kart i kapittel 1)	Kommune
HOBK	Hobølelva Kure	Hobøl
KRÅB	Kråkstadelta	Ski/Hobøl
VEID	Veidalselva	Våler
SVIN	Svinna før Sæbyvannet (ved veien, oppstrøms renseanlegget)	Våler
SVIU	Svinna ved Klypen bro	Våler
VAN5	Sunda mellom Vansjøbassengene	Rygge
VANU	Mosseelva	Moss
HOLN	Hølen	Vestby
Prøveidentitet	Prøvested	Kommune

GUT	Guthusbekken	Våler
SPE	Sperrebotnbekken	Våler
AUG	Augerødbekken	Våler
STØ1	Støabekken 1	Rygge
VAS	Vaskebergetbekken	Rygge
HUG	Huggenesbekken	Rygge

Frekvens:

	Frekvens	Kvalitetselement	Parametere
HOBK	Hver 14. dag + flomprøver	Kjemisk	Tot-P, SS
	Hver 14. dag	Kjemisk	Tot-N, TOC
	Hver 14.dag	Hygiene	TKB
	Hver 28. dag	Kjemisk	Farge
KRÅB	Hver 14. dag + flomprøver	Kjemisk	Tot-P, SS
	Hver 28. dag	Kjemisk	Tot-N
	Hver 14. dag frem til mai 2015, deretter hver 28. dag	Hygiene	TKB
SVIN	Hver 14. dag + flomprøver	Kjemisk	Tot-P, SS
	Hver 28. dag	Kjemisk	Tot-N
	Hver 14.dag	Hygiene	TKB
VANU	Hver 14. dag	Kjemisk	Tot-P, SS,
	Hver 28. dag	Kjemisk	Tot-N
	Hver 28. dag	Hygiene	TKB
Van5	Hver 28. dag	Kjemisk	Tot-P, SS, Tot-N (TKB i vinterhalvåret)
Øvrige elve- og bekke-stasjoner	Hver 14. dag + flomprøver	Kjemisk	Tot-P, SS
	Hver 28. dag	Kjemisk	Tot-N
	Hver 28. dag	Hygiene	TKB

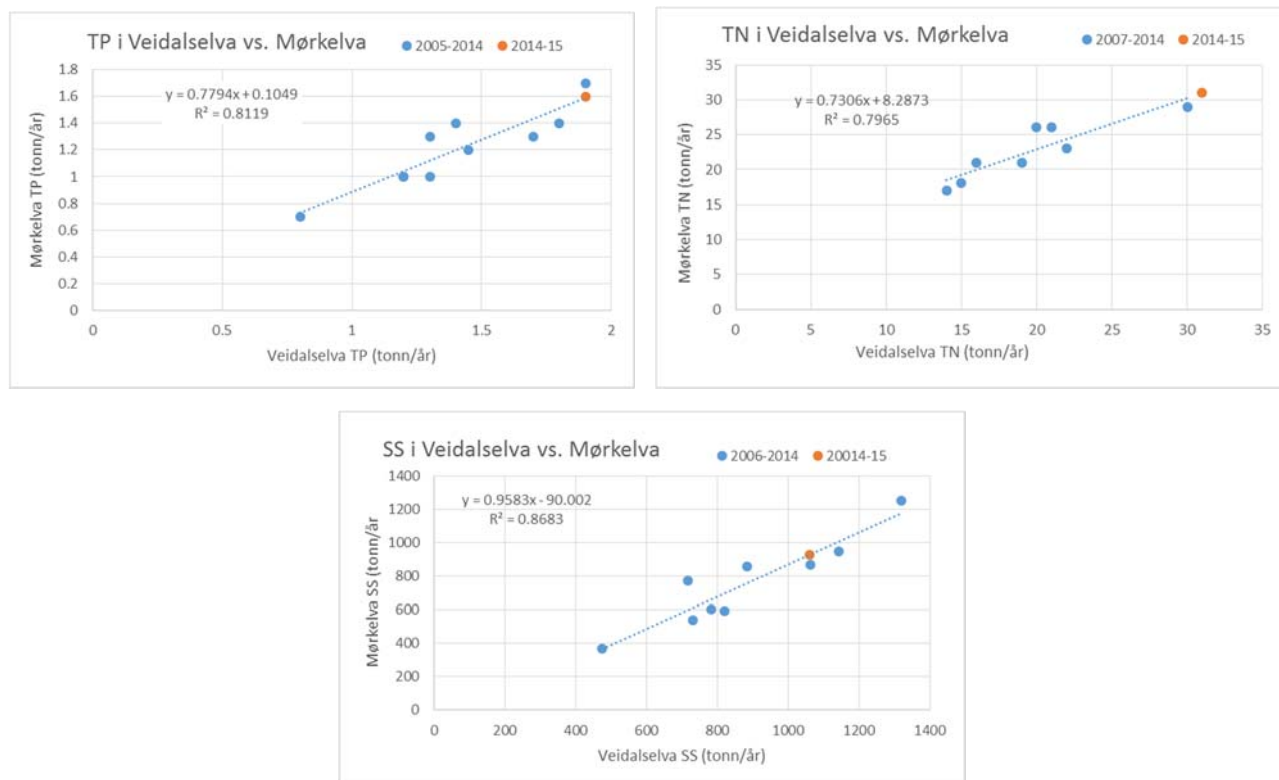
Tilførselsberegninger

Som for tidligere år er det benyttet nedskalerte data fra stasjonen Høgfoss ved Hobøelva for å beregne vannføringen i elvene til Storefjorden, mens vannføring fra Mossefossen benyttes til å beregne tilførsler ved denne og ved Sundet (nedskalert). Data leveres av Glommen og Laagens Brukseierforening.

Vannføringen i bekkene til vestre Vansjø ble i 2004/05-2005/06 og fra 2013 av basert på målinger i Skuterudbekken i Ås (JOVA, NIBIO), som ligger rett utenfor nedbørfeltet til Vansjø. Basert på et ønske om bedre tilførselsberegninger ble det etablert en målestasjon i Guthusbekken i 2006, men der var det tidvis problemer med oppstuvning. Den ble derfor lagt ned i 2013. I årene 2006-2013 er vannføringen basert på målinger i Guthusbekken, som i perioder med oppstuvingsproblemer ble justert ved hjelp av vannføring i Skuterudbekken og nedbør målt på Rygge. Forskjellen i årlig avrenning mellom de to målestasjonene (Skuterud og Guthus) ble dokumentert i Skarbøvik m.fl. 2015. Forskjellene var opp til 15 % i enkelte år, men forskjellen var ikke systematisk og i fire av 7 år var det liten forskjell på avrenning i de to stasjonene. Tilførslene frem til og med 2013/2014 ble beregnet for perioden 15. oktober-15. oktober, mens perioden 1. november-1. november ble brukt i 2014/2015.

Tilførsler i elver og bekker som drenerer til Storefjorden er beregnet ved slamføringskurven, med unntak av de to stasjonene som er tilknyttet Vansjø, dvs. Sundet og Mosseelva, I disse er transporten sterkt preget av den stabiliserende effekten til innsjøen og det er her benyttet lineær interpolasjon.

Mørkelva ble ikke prøvetatt denne overvåkingsperioden. Næringsstofftilførslene og tilførsler av suspendert sediment i denne elva ble derfor beregnet fra forholdet mellom tilførslene i Veidalselva og Mørkelva i perioden 2005-2014. Figurene under viser beregningsgrunnlaget; rød indikator er beregnet ut fra tilførslene i Veidalselva.



Figurene over viser grunnlaget for beregning av transport i Mørkelva.

Lokale tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva beregnes på grunnlag av konsentrasjoner målt i stikkprøver. I beregningene brukes lineær interpolasjon. I bekkefeltene til vestre Vansjø er fosfortapet fra skogs- og utmarksområder beregnet ut fra standardtap av fosfor fra arealer med skog og utmark (0,025 g TP/daa/mm avrenning) innenfor nedbørfeltene, og dermed kan fosfortapet fra jordbruksareal i hvert nedbørfelt beregnes. Etter at Ørejordet (som representerer boligområder) er nedlagt er fosfortap fra boligområder beregnet som 2,5 ganger tapet fra skogområder. Denne faktoren er basert på tidligere målinger.

Vannføringsnormalisering

Vannføringsnormalisering kan gjøres på ulike måter. I denne rapporten er følgende normalisering utført:

$$G_{P-Norm} = G_{P-faktisk} * Q_{snitt}/Q_{faktisk}$$

Hvor

G_{P-Norm} er den vannføringsnormaliserte fosfortilførselen (i tonn)

$G_{P-faktisk}$ er den målte fosfortilførselen (i tonn)

Q_{snitt} er gjennomsnittlig vannføring (se under) (i millioner m³)

$Q_{faktisk}$ er årets vannføring (i millioner m³)

Ang. Q_{snitt} : Vannføringsnormalisering for alle felt er utført basert på vannføringsdata fra Hobølelva i perioden 1977-2007, dvs med en normalavrenning på 470 mm. For hvert delnedbørfelt er denne normalvannføringen justert i henhold til delnedbørfeltets størrelse.

Referanser til dette vedlegget

Lyche-Solheim, A., Phillips, G., Skjelbred, B., Drakare, S., Järvinen, M., Free, G., 2011. WFD intercalibration phase 2, milestone 6 report on Northern GIG Lakes Phytoplankton.

Vedlegg 4: Utfyllende informasjon om innsjøer oppstrøms Vansjø

Mjær

Feltadata: Temperatur, oksygen og pH- profiler

Temperatur

Dyp	27.05.2015	24.06.2015	22.07.2015	19.08.2015	16.09.2015	14.10.2015
0	11,7	18,5	18,2	18,8	14,0	10,8
1	11,9	18,5	18,2	18,9	14,1	10,9
2	11,9	18,2	18,2	18,8	14,1	10,9
3	11,9	17,0	18,2	18,7	14,2	10,9
4	11,6	16,4	18,2	18,0	14,2	10,9
5	11,5	15,4	18,1	17,5	14,5	10,9
6	11,4	14,8	18,1	17,4	14,3	10,9
7	11,3	14,5	16,4	17,3	14,3	10,9
8	11,3	13,9	15,4	17,2	14,2	10,9
9	11,2	13,7	14,6	16,8	14,1	10,9
10	11,1	13,6	14,3	16,5	14,1	10,9
12	11,0	13,3	13,7	15,7	14,1	10,9
14	11,0	13,0	13,3	13,1	13,9	10,9
16	10,9	12,8	12,2	12,3	13,6	10,9

pH

Dyp	27.05.2015	24.06.2015	22.07.2015	19.08.2015	16.09.2015	14.10.2015
0	7,1	8,1	7,1	8,8	7,6	7,9
1	7,1	8,2	7,0	8,0	7,4	7,4
2	7,1	8,1	7,0	7,9	7,4	7,2
3	7,1	7,9	7,0	7,9	7,4	7,2
4	7,1	7,7	6,9	7,7	7,4	7,2
5	7,0	7,4	6,9	7,7	7,4	7,1
6	7,0	7,3	6,9	7,5	7,4	7,1
7	7,0	7,2	6,8	7,5	7,4	7,1
8	7,0	7,1	6,8	7,5	7,3	7,0
9	7,0	7,1	6,7	7,3	7,3	7,0
10	7,0	7,1	6,5	7,3	7,3	7,0
12	7,0	7,0	6,4	7,1	7,3	6,9
14	7,0	7,0	6,4	7,1	7,2	6,9
16	7,0	6,9	6,3	6,9	7,2	6,8

Oksygen (mg/l)

Dyp	27.05.2015	24.06.2015	22.07.2015	19.08.2015	16.09.2015	14.10.2015
0	9,8	10,4	8,6	9,9	8,2	9,5
1	10,3	10,3	8,5	9,9	8,1	8,3
2	10,3	10,1	8,5	9,9	8,0	8,3
3	10,1	9,4	8,5	9,9	8,0	8,3
4	9,9	8,5	8,5	7,8	7,9	8,2
5	9,8	7,4	8,4	7,2	7,9	8,2
6	9,7	7,1	8,4	6,8	7,8	8,2
7	9,7	7,0	7,5	6,4	7,7	8,2
8	9,7	7,4	7,5	6,2	7,3	8,1
9	9,7	7,4	6,0	5,4	7,3	8,1
10	9,6	7,4	4,8	4,8	6,9	8,1
12	9,6	7,4	4,1	3,8	6,8	8,1
14	9,5	6,7	4,1	2,7	5,8	8,1
16	9,4	6,4	2,4	1,7	2,8	8,0

Oksygen (metning %)

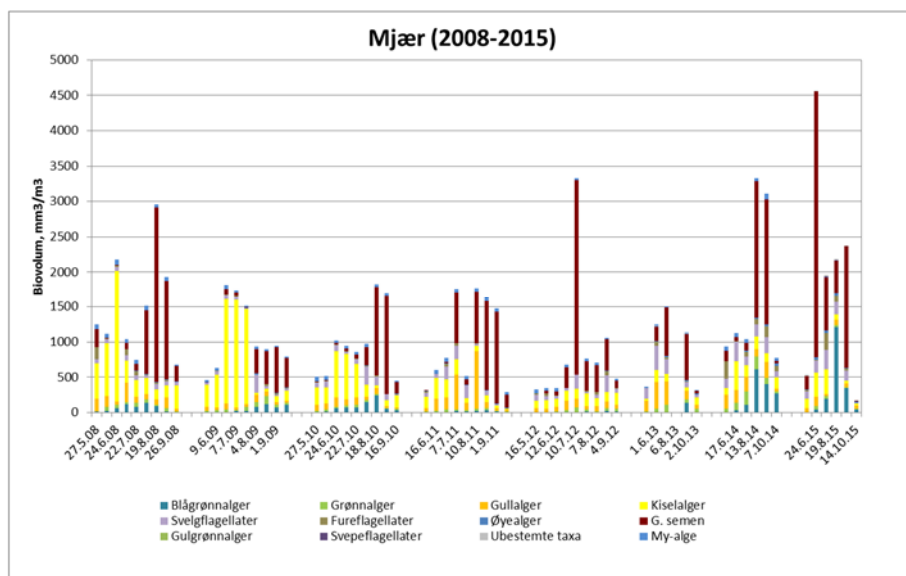
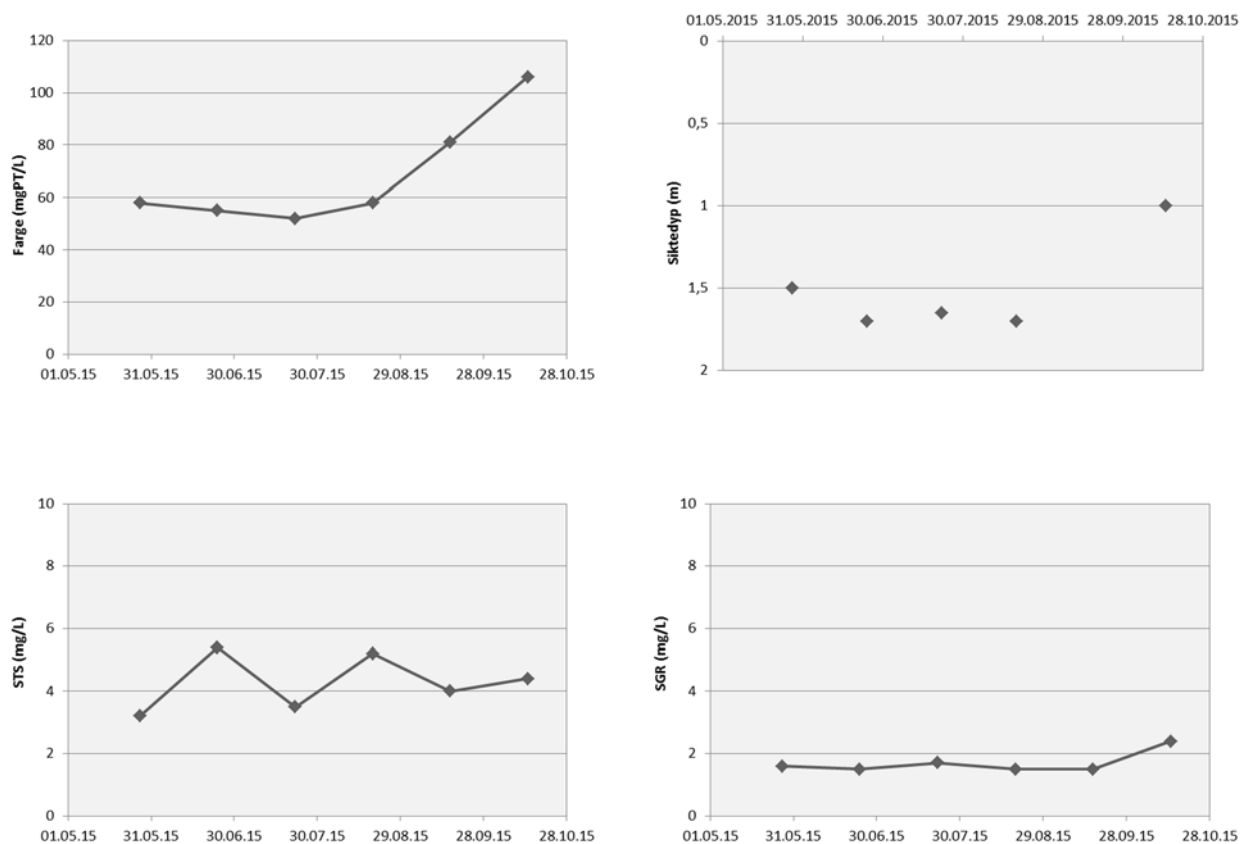
Dyp	27.05.2015	24.06.2015	22.07.2015	19.08.2015	16.09.2015	14.10.2015
0	92,3	113,3	90,6	106,2	81,0	85,9
1	97,0	112,6	90,3	106,6	80,6	75,4
2	96,4	109,7	90,1	106,2	79,4	74,9
3	94,4	99,4	90,0	105,8	79,3	74,8
4	92,5	88,3	89,8	82,7	79,0	74,5
5	91,7	76,1	89,4	75,7	78,5	74,2
6	90,8	71,6	89,0	71,3	78,4	73,9
7	90,4	70,8	79,1	66,6	77,1	73,8
8	90,2	72,6	76,4	64,1	76,8	73,6
9	89,2	72,5	59,2	55,7	72,4	73,6
10	88,7	72,3	46,6	49,6	68,2	73,2
12	88,2	72,7	40,0	38,1	68,0	73,0
14	87,9	65,0	38,8	25,6	57,7	72,8
16	86,3	61,4	22,0	16,2	27,1	72,6

Basisdata: Vannkjemiske data og siktedyp

Mjær

Dato	KLA µg/l	Tot-P µg/l	PO4-P µg/l	Tot-N µg/l	STS mg/l	SGR mg/l	TOC mg/l	Farge mgPt/l	Siktedyp m	Microcystin µg/l
27.05.2015	6	17	3,3	760	3,2	1,6		58	1,5	0
24.06.2015	55	14	4,1	670	5,4	< 1,5	8,4	55	1,7	0,2
22.07.2015	20	16	4	620	3,5	1,7	7,6	52	1,65	0
19.08.2015	21	25	2	520	5,2	< 1,5	9,5	58	1,7	0
16.09.2015	15	21	3,5	500	4	< 1,5		81		NA
14.10.2015	1,7	23	4,3	590	4,4	2,4	13	106	1	0
Snitt	19,8	19,3	3,5	610	4,3	1,7	9,6	68,3	1,5	0,04

Figurer: Siktedyp, farge, suspendert stoff/gløderest, totalt organisk karbon (TOC) og langtid planteplankton



Sæbyvannet

Feltadata: Temperatur, oksygen og pH- profiler

Temperatur

Dyp	27.05.2015	24.06.2015	22.07.2015	19.08.2015	16.09.2015	14.10.2015
0	13,7	19,9	18,4	19,0	13,9	10,4
1	13,6	18,9	18,4	19,0	14,0	10,5
2	13,3	18,5	18,4	18,9	14,0	10,5
3	12,9	17,7	18,3	18,9	13,9	10,5
4	12,6	16,2	18,2	16,4	13,8	10,5
5	12,2	15,7	18,1	16,0	13,7	10,5
6	11,9	14,2	15,4	15,8	13,7	10,5
7	11,6	13,6	14,8	15,4	13,7	10,5
8	11,6	13,3	12,5	15,3	13,7	10,5
9	11,3	13,1	12,4	13,6	13,6	10,5
10	11,0	12,6	12,2	13,3	13,7	10,5
12	10,4	12,3	11,9	12,6	13,4	10,5
14	9,9	11,7	11,6	11,9	12,4	10,5
16	9,2	10,9	10,7	9,9	11,7	10,3
18	8,4	9,6	9,4	9,6	10,6	10,2

pH

Dyp	27.05.2015	24.06.2015	22.07.2015	19.08.2015	16.09.2015	14.10.2015
0	7,3	7,6	7,0	7,5	7,2	7,0
1	7,2	7,6	6,8	7,2	6,9	6,9
2	7,2	7,4	6,7	7,2	6,9	6,9
3	7,1	7,3	6,7	7,2	6,9	6,9
4	7,0	7,0	6,7	7,1	6,9	6,9
5	6,9	6,9	6,7	7,0	6,9	6,9
6	6,9	6,7	6,5	7,0	6,9	6,9
7	6,8	6,7	6,3	6,9	6,9	6,9
8	6,8	6,7	6,2	6,8	6,8	6,9
9	6,7	6,6	6,2	6,7	6,9	6,9
10	6,7	6,6	6,1	6,7	6,8	6,9
12	6,6	6,6	6,0	6,5	6,8	6,9
14	6,6	6,6	6,0	6,5	6,7	6,9
16	6,5	6,5	5,9	6,4	6,7	6,9
18	6,5	6,5	5,9	6,4	6,9	7,1

Oksygen (mg/l)

Dyp	27.05.2015	24.06.2015	22.07.2015	19.08.2015	16.09.2015	14.10.2015
0	11,0	9,9	9,1	9,5	8,5	7,2
1	11,0	9,6	8,9	9,4	7,3	7,1
2	11,0	9,4	8,9	9,4	7,3	7,1
3	10,8	8,8	8,9	9,4	7,6	7,1
4	10,5	7,4	8,8	8,6	7,9	7,1
5	10,2	7,1	8,8	8,5	7,3	7,1
6	10,0	6,8	6,7	7,5	7,5	7,1
7	9,9	6,8	6,1	6,4	6,9	7,1
8	10,0	6,8	5,3	6,0	6,8	7,1
9	9,8	6,8	5,3	5,2	6,9	7,1
10	9,6	6,8	4,8	4,0	6,8	7,1
12	9,1	6,8	4,7	2,8	6,4	7,1
14	8,9	6,7	4,6	2,7	0,9	7,1
16	8,5	5,7	3,6	1,9	0,2	6,8
18	7,6	2,3	1,5	1,2	0,0	5,9

Oksygen (metning %)

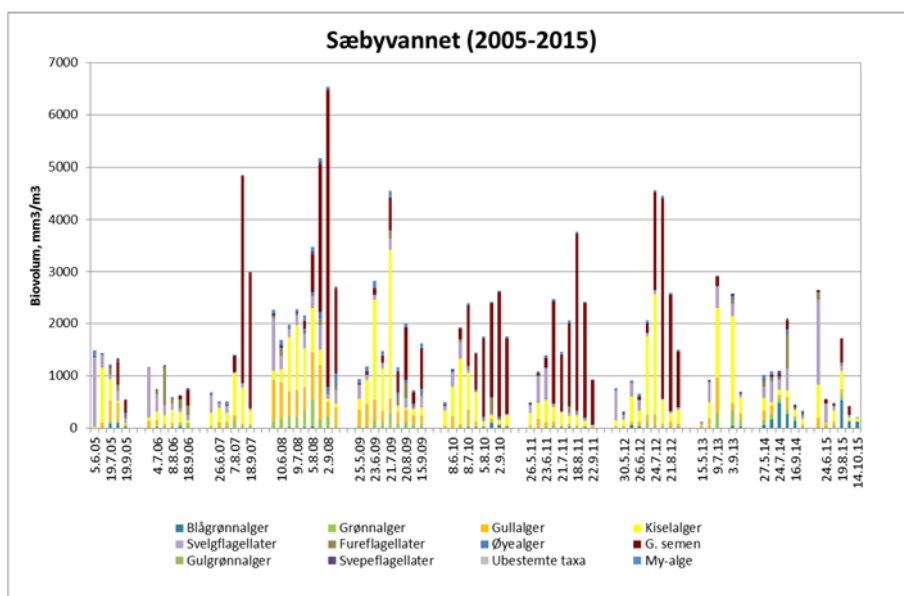
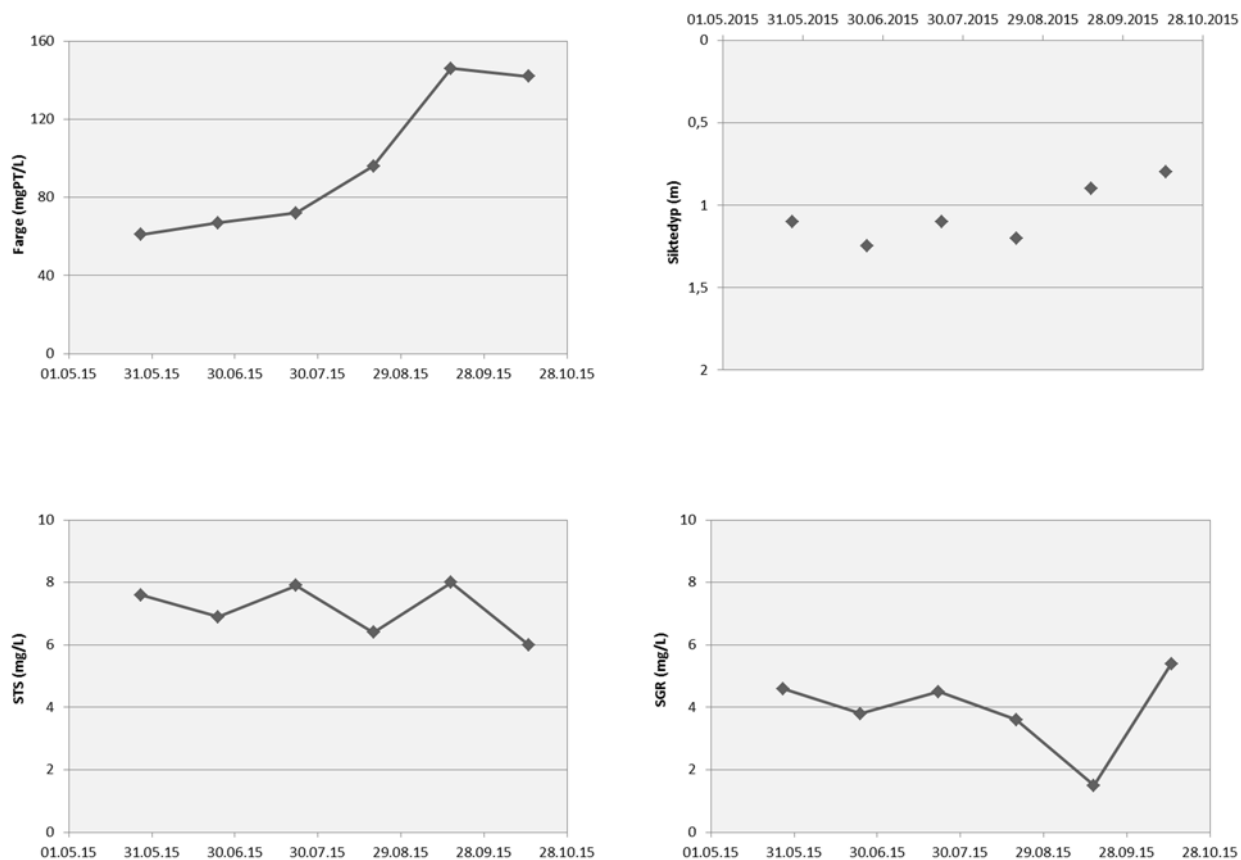
Dyp	27.05.2015	24.06.2015	22.07.2015	19.08.2015	16.09.2015	14.10.2015
0	107,0	110,5	97,0	102,1	83,0	63,5
1	106,6	105,6	94,7	101,5	72,2	63,0
2	105,9	101,6	94,4	101,0	72,0	62,9
3	103,1	93,5	94,1	100,7	74,8	62,9
4	99,1	75,9	93,1	88,9	77,6	62,7
5	96,0	72,2	92,7	85,7	71,9	62,8
6	93,8	67,3	67,3	76,4	73,8	62,7
7	91,6	66,5	60,6	64,1	67,7	62,6
8	92,2	66,0	50,1	60,0	66,7	62,5
9	90,0	65,6	49,5	49,6	67,5	62,4
10	87,7	64,9	45,1	38,0	66,7	62,4
12	82,0	64,2	43,3	26,4	62,0	62,6
14	79,1	62,1	42,3	25,0	8,7	62,8
16	74,7	52,7	32,5	17,1	1,5	59,4
18	65,6	20,2	13,1	10,1	0,2	51,7

Basisdata: Vannkjemiske data og siktedyp

Sæbyvannet

Dato	KLA µg/l	Tot-P µg/l	PO4-P µg/l	Tot-N µg/l	STS mg/l	SGR mg/l	TOC mg/l	Farge mgPt/l	Siktedyp m	Microcystin µg/l	Tot-P (dyp) µg/l	PO4-P (dyp) µg/l
27.05.2015	17	25	3,6	1200	7,6	4,6		61	1,1	0		
24.06.2015	9,8	29	5,3	1300	6,9	3,8	9,5	67	1,25	0	48	16
22.07.2015	11	24	4,9	1300	7,9	4,5	8,8	72	1,1	0	120	68
19.08.2015	17	33	3,9	1000	6,4	3,6	14	96	1,2	0	64	7,8
16.09.2015	2,4	41	9,2	880	8	< 1,5		146	0,9	0	61	13
14.10.2015	0,8	44	9,7	810	6	5,4	17	142	0,8	0	120	14
Snitt	9,7	32,7	6,1	1082	7,1	3,9	12,3	97,3	1,1	0	82,6	23,8

Figurer: Siktedyp, farge, suspendert stoff/gløderest, totalt organisk karbon (TOC) og langtid planteplankton



Vedlegg 5. Utfyllende informasjon om Vansjø

Storefjorden

Feltadata: Temperatur, oksygen og pH– profiler

Temperatur

Dyp	29.04.2015	13.05.2015	27.05.2015	09.06.2015	24.06.2015	06.07.2015	22.07.2015	05.08.2015	19.08.2015	02.09.2015	17.09.2015	30.09.2015	14.10.2015
0,0	7,4	7,4	13,3	14,5	18,4	22,4	18,2		19,2	17,3	15,5	13,4	12,1
5,0	7,4	7,4	12,4	13,1	16,7	20,5	18,4	17,9	18,8	17,2	15,5	13,9	12,0
10,0	7,2	9,1	11,4	12,7	14,5	15,8	15,8	17,3	18,6	16,8	15,4	14,0	12,0
15,0	7,0	9,1	11,2	12,6	13,5	13,8	14,6	15,5	15,9	16,4	15,2	14,0	12,0
20,0	6,8	9,0	10,8	12,5	13,2	13,5	14,0	14,4	14,2	15,0	14,8	14,0	12,0
25,0	6,8	8,7	10,6	12,4	12,9	13,2	13,5	14,1	13,9	13,7	14,2	13,8	11,9
30,0	6,8	8,1	10,2	12,1	12,7	13,0	13,3	13,7	13,4	13,4	13,5	13,7	11,9
35,0	6,7	7,9	9,9	12,0	12,5	13,0	13,2	13,4	13,3	13,4	13,3	13,6	11,8
40,0		7,8	9,3	11,9	12,4	12,9	13,0	13,3		13,4	13,3	13,6	11,7

Oksygen (mg/l)

Dyp	29.04.2015	13.05.2015	27.05.2015	09.06.2015	24.06.2015	06.07.2015	22.07.2015	05.08.2015	19.08.2015	02.09.2015	17.09.2015	30.09.2015	14.10.2015
0,0	11,8	11,8	10,6	11,0	9,8	9,6	9,3		9,5	8,6	8,7	8,9	8,9
5,0	11,8	11,8	10,5	10,2	9,2	9,1	9,1	9,4	9,6	8,5	8,7	8,5	8,9
10,0	11,7	11,1	10,4	10,2	8,7	7,8	8,6	8,6	9,0	8,5	8,6	8,5	8,8
15,0	11,7	11,1	10,4	10,2	8,7	7,9	7,7	6,5	6,8	6,9	7,3	8,4	8,8
20,0	11,6	11,1	10,3	10,1	8,8	7,9	7,6	6,0	6,0	4,7	6,0	8,3	8,8
25,0	11,6	10,9	10,2	10,0	8,7	7,8	7,2	5,8	5,5	4,1	3,9	8,2	8,7
30,0	11,5	10,7	10,0	9,8	8,6	7,8	7,0	5,7	5,0	3,2	2,5	7,7	8,7
35,0	11,4	10,5	9,9	9,6	8,3	7,8	6,8	5,4	4,7	2,5	1,6	8,0	8,6
40,0		10,4	9,1	9,5	7,9	7,7	5,7	5,0		1,9	1,2	7,7	8,6

Oksygen (metning %)

Dyp	29.04.2015	13.05.2015	27.05.2015	09.06.2015	24.06.2015	06.07.2015	22.07.2015	05.08.2015	19.08.2015	02.09.2015	17.09.2015	30.09.2015	14.10.2015
0,0	98,9	98,9	102,0	106,6	105,6	109,9	98,9		103,2	90,0	89,6	83,6	81,7
5,0	98,4	98,4	98,9	95,8	95,6	101,2	97,1	98,9	103,1	89,2	89,1	81,1	80,9
10,0	97,7	97,7	95,7	95,2	86,6	78,9	87,7	89,7	95,9	88,7	88,5	80,4	80,5
15,0	97,0	97,4	94,9	94,2	84,5	76,2	75,9	66,0	69,2	71,1	74,6	79,8	80,2
20,0	95,8	96,9	93,5	93,2	84,4	75,7	73,3	59,1	58,9	46,4	61,0	78,7	79,9
25,0	95,3	95,1	92,2	92,2	83,5	74,6	69,1	56,2	52,8	39,5	39,3	77,6	79,4
30,0	94,5	91,9	89,5	89,7	82,1	73,7	67,0	55,0	48,3	31,2	25,0	72,7	78,9
35,0	93,4	90,0	88,0	87,6	78,8	73,4	64,3	51,5	44,9	23,7	15,1	75,4	78,6
40,0		88,2	79,7	86,6	78,0	72,9	54,5	50,1		18,4	11,7	72,7	78,3

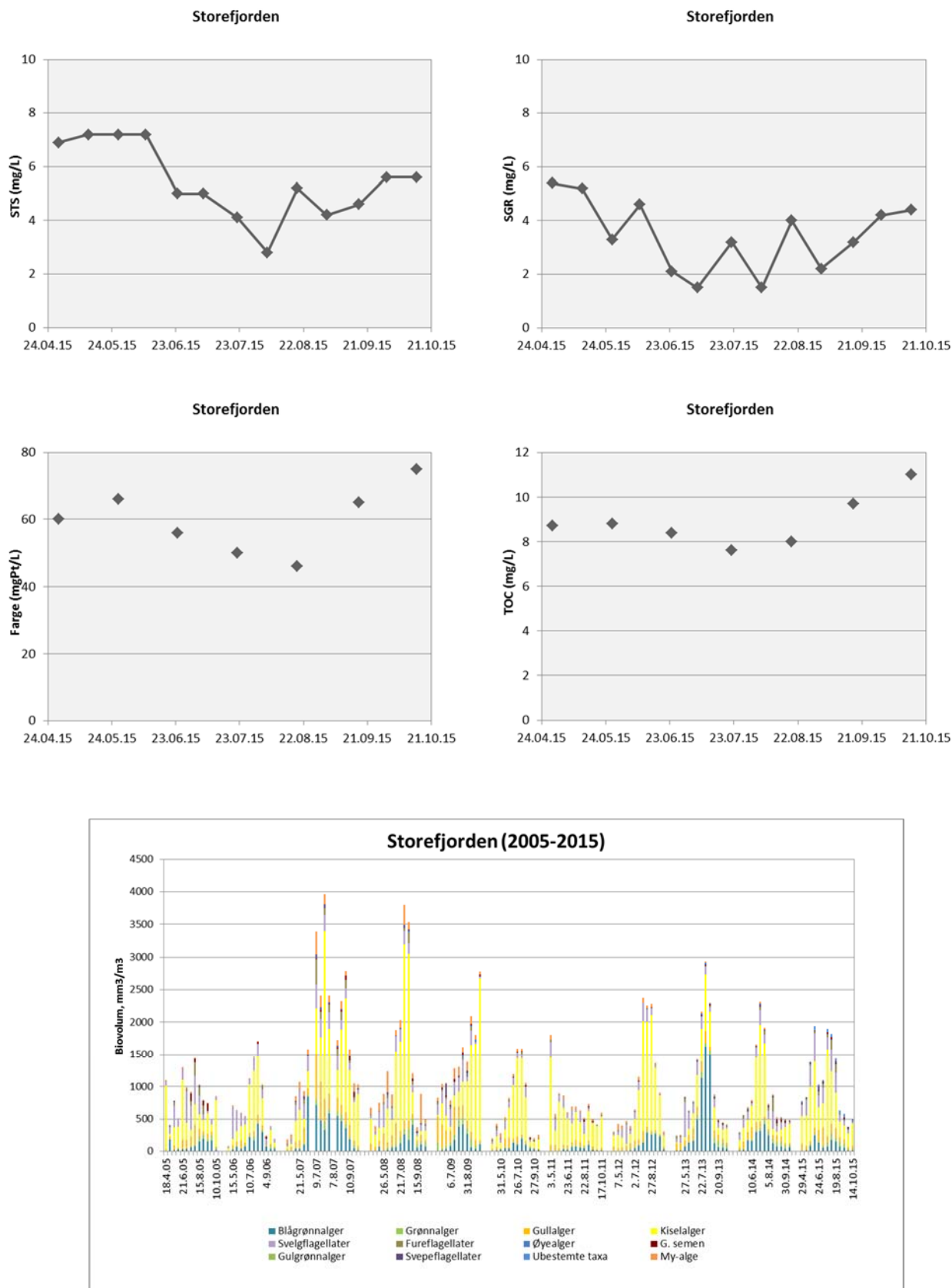
pH

Dyp	29.04.2015	13.05.2015	27.05.2015	09.06.2015	24.06.2015	06.07.2015	22.07.2015	05.08.2015	19.08.2015	02.09.2015	17.09.2015	30.09.2015	14.10.2015
0,0	7,0	7,0	7,4	7,8	7,9	8,0	7,2		7,5	7,7	7,6	7,5	7,6
5,0	7,0	7,0	7,4	7,5	7,7	7,9	7,1	7,9	7,3	7,6	7,5	7,5	7,6
10,0	7,0	7,1	7,3	7,5	7,5	7,5	7,0	7,7	7,2	7,5	7,5	7,5	7,6
15,0	7,0	7,1	7,3	7,4	7,3	7,3	6,9	7,2	7,1	7,3	7,4	7,5	7,6
20,0	7,0	7,0	7,2	7,4	7,3	7,2	6,8	7,1	6,8	7,1	7,2	7,5	7,6
25,0	7,0	7,0	7,2	7,4	7,2	7,2	6,6	7,1	6,4	7,1	7,2	7,5	7,6
30,0	6,9	6,9	7,1	7,3	7,2	7,1	6,6	7,1	6,3	7,1	7,1	7,5	7,6
35,0	6,9	6,9	7,1	7,3	7,2	7,1	6,5	7,1	6,2	7,1	7,3	7,5	7,6
40,0		7,0	7,0	7,2	7,1	7,1	6,8	7,4		7,1	7,2	7,4	7,6

Basisdata: Vannkjemiske data og siktedyp

Dato	KLA µg/l	Tot-P µg/l	Tot-P/P µg/l	PO4-P µg/l	Tot-N µg/l	NH4-N µg/l	NO3-N µg/l	SiO2 mg/l	STS mg/l	SGR mg/l	TOC mg/l	Farge mgPt/l	Siktedyp m	Microcystin µg/l
29.04.2015	2,1	33	25	4,9	980	5,3	760	8100	6,9	5,4	8,7	60	1	0
13.05.2015	2,6	24	8 <	2	990	12	920	7300	7,2	5,2			1,15	0
27.05.2015	8	23,3	21	3,7	1100	6,8	900	3100	7,2	3,3	8,8	66	1,1	0
09.06.2015	9,2	25	12	4,5	1200	6,4	1000	2800	7,2	4,6			1,2	0
24.06.2015	6,2	15	12	5	1100	11	960	1700	5	2,1	8,4	56	1,7	0
06.07.2015	6,7	23	0	4,2	1100	14	910	1400	5	1,5			1,6	0
22.07.2015	8,3	18	8,2	3,8	1000	9,2	900	1300	4,1	3,2	7,6	50	1,6	0,2
05.08.2015	18	22	7	2,9	1000	7,8	870	700	2,8	1,5			1,7	0
19.08.2015	13	19	7	3,7	1000	10	830	430	5,2	4	8	46	1,85	0
02.09.2015	3,8	24	12	4,9	970	33	780	950	4,2	2,2			1,3	0,8
17.09.2015	2,4	22	7	6,2	960	25	760	1600	4,6	3,2	9,7	65	1,5	0
30.09.2015	2,6	30	12	8,6	1000	26	710	2200	5,6	4,2			0,85	0
14.10.2015	2	31	12	7,2	940	5,1	770	2400	5,6	4,4	11	75	1,1	0
Snitt	6,5	23,8	11,0	4,7	1026	13,2	852	2614	5,4	3,4	8,9	59,7	1,4	0,1
Snitt J-S	7,8	22,0	8,6	4,9	1037	15,8	858	1453	4,9	2,9	8,4	54,3	1,5	0,1

Figurer: Suspendert stoff/gløderest, farge, totalt organisk karbon (TOC) og langtid planteplankton



Vanemfjorden

Feltadata: Temperatur, oksygen og pH – profiler

Temperatur

Dyp	29.04.2015	13.05.2015	27.05.2015	09.06.2015	24.06.2015	06.07.2015	22.07.2015	05.08.2015	19.08.2015	02.09.2015	17.09.2015	30.09.2015	14.10.2015
0	9,8	11,5	13,8	17,7	19,4	23,2	19,5	18,1	19,6	17,8	15,3	14,5	10,8
3	9,9	11,1	13,4	15,7	19,2	21,6	19,4	18,4	19,3	17,7	15,3	13,9	10,8
6	9,9	10,5	13,2	14,6	17,2	20,8	19,3	18,1	19,0	17,7	15,3	13,8	10,7
9	9,8	11,0	13,0	14,4	16,7	18,6	19,2	18,1	18,7	17,7	15,3	13,7	10,7
12	9,6	10,9	12,8	14,2	16,0	17,1	19,1	18,0	18,3	17,7	15,3	13,6	10,6
15	9,4	10,9	12,7	14,1	14,1	15,7	14,3	17,6	17,9	17,6	15,3	13,6	10,5
16-18		10,9	12,6	14,1	14,6	15,1	14,0		16,1	17,7	18,3	13,6	10,4

Oksygen (mg/l)

Dyp	29.04.2015	13.05.2015	27.05.2015	09.06.2015	24.06.2015	06.07.2015	22.07.2015	05.08.2015	19.08.2015	02.09.2015	17.09.2015	30.09.2015	14.10.2015
0	11,0	10,6	10,7	10,0	10,0	9,3	8,8	9,6	9,5	8,3	8,4	8,3	8,7
3	10,9	10,4	10,4	9,5	9,8	8,7	8,5	8,9	9,6	8,2	8,4	8,1	8,6
6	10,9	10,4	10,1	9,8	8,0	7,5	8,4	7,9	9,5	8,2	8,3	8,1	8,6
9	10,8	10,4	9,6	9,7	6,9	5,1	8,2	7,8	8,5	8,2	8,3	8,1	8,6
12	10,6	10,3	9,3	9,6	6,3	4,3	8,2	7,4	7,1	8,2	8,2	8,0	8,6
15	10,3	10,3	9,1	9,3	9,3	2,9	4,7	3,7	4,9	8,2	8,2	8,0	8,4
16-18		10,2	8,9	9,3	3,5	2,3	1,5		2,5	8,1	7,7	8,0	4,7

Oksygen (metning %)

Dyp	29.04.2015	13.05.2015	27.05.2015	09.06.2015	24.06.2015	06.07.2015	22.07.2015	05.08.2015	19.08.2015	02.09.2015	17.09.2015	30.09.2015	14.10.2015
0	97,7	98,5	103,4	103,4	108,0	108,8	96,0	101,4	103,6	87,9	86,5	80,4	77,0
3	97,2	96,0	100,6	94,7	106,8	98,9	92,8	94,6	103,8	87,3	85,9	76,7	76,1
6	96,6	95,6	97,2	94,9	84,6	89,4	90,7	83,8	102,3	87,0	85,5	76,5	76,0
9	95,7	95,2	91,9	94,1	71,8	54,4	88,6	82,4	90,5	87,1	84,7	76,1	76,0
12	94,0	94,8	88,4	92,1	64,8	44,3	88,1	78,6	75,3	86,0	83,5	75,8	75,8
15	90,5	94,5	86,6	89,6	89,6	29,2	45,7	38,7	51,6	86,6	83,8	75,4	73,7
16-18		93,3	83,8	89,2	34,4	23,0	14,3		25,7	86,2	79,3	75,2	41,3

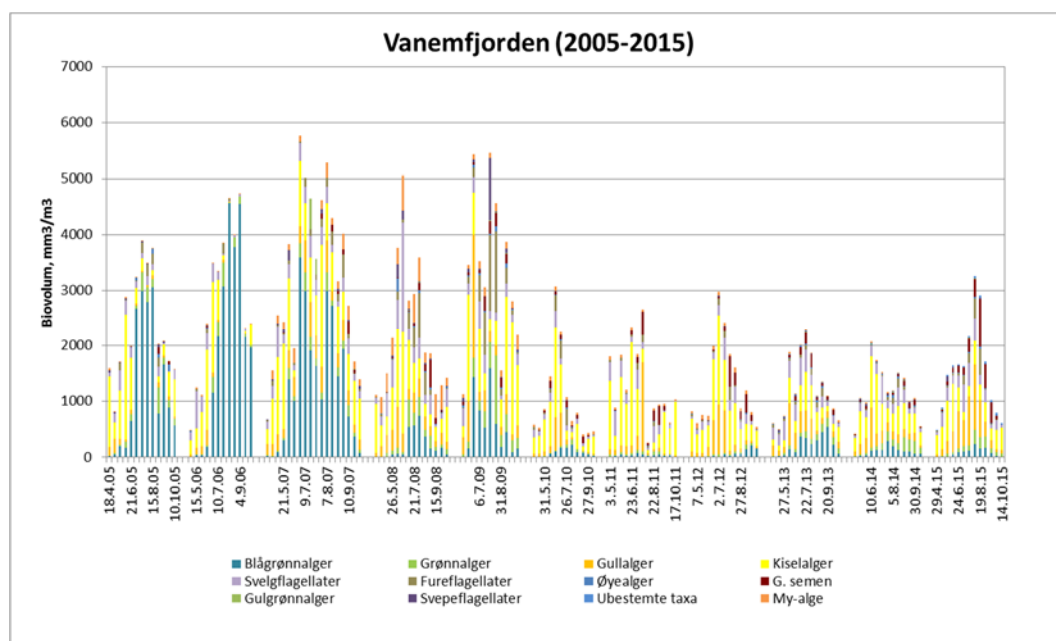
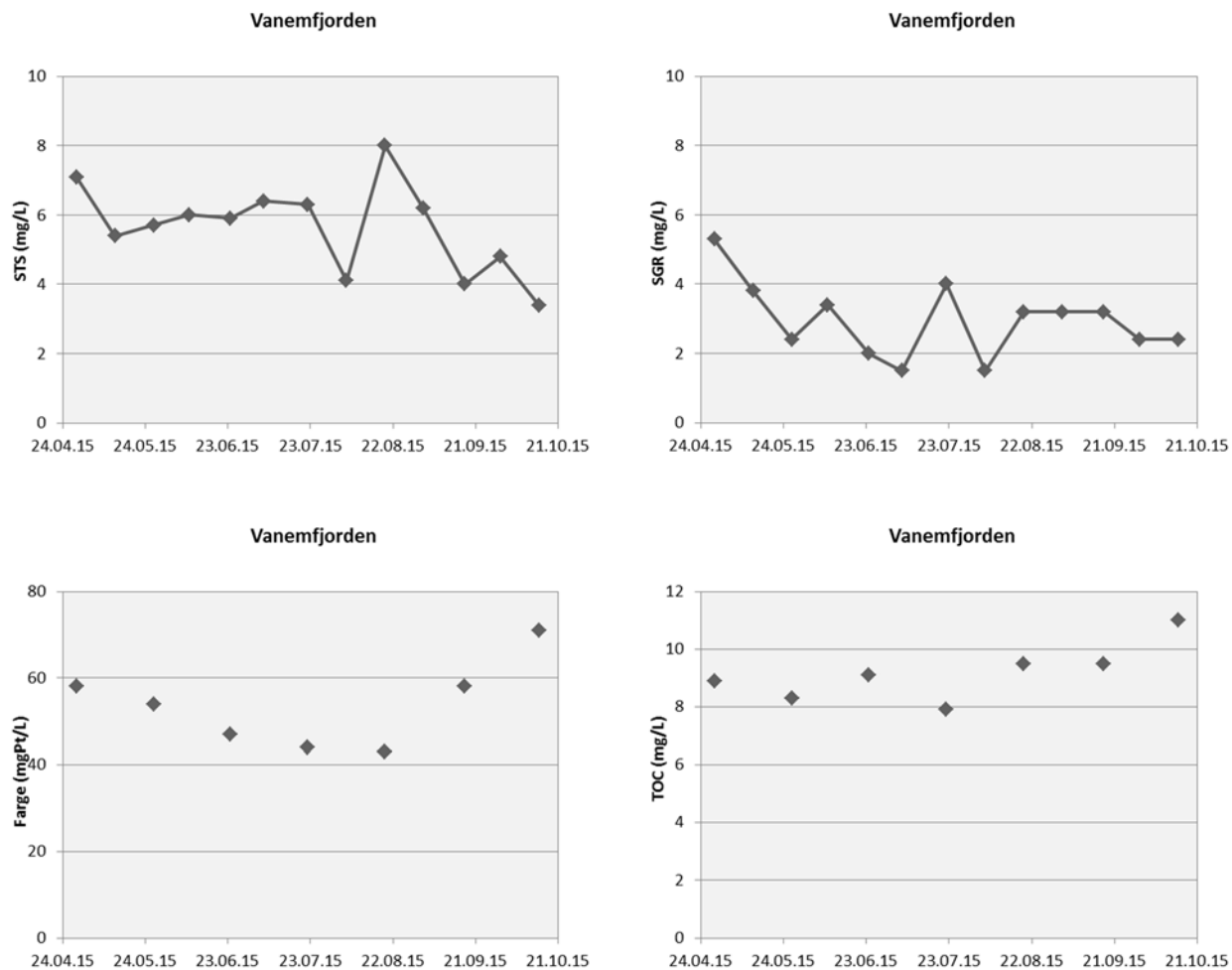
pH

Dyp	29.04.2015	13.05.2015	27.05.2015	09.06.2015	24.06.2015	06.07.2015	22.07.2015	05.08.2015	19.08.2015	02.09.2015	17.09.2015	30.09.2015	14.10.2015
0	7,1	7,2	7,4	7,7	8,0	8,0	7,2	8,0	7,5	7,8	7,6	7,6	7,6
3	7,1	7,2	7,4	7,6	8,0	7,9	7,1	7,8	7,4	7,7	7,6	7,5	7,6
6	7,1	7,2	7,4	7,4	7,8	7,7	7,1	7,7	7,4	7,7	7,6	7,5	7,6
9	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,3	7,0	7,6	7,2	7,8	7,6	7,5	7,6
12	7,1	7,2	7,2	7,4	7,4	7,2	7,0	7,5	7,2	7,7	7,6	7,5	7,5
15	7,1	7,2	7,2	7,4	7,4	7,1	6,7	7,9	7,0	7,7	7,7	7,5	7,5
16-18		7,2	7,2	7,3	7,1	7,0	6,9		6,8	7,7	7,7	7,5	7,5

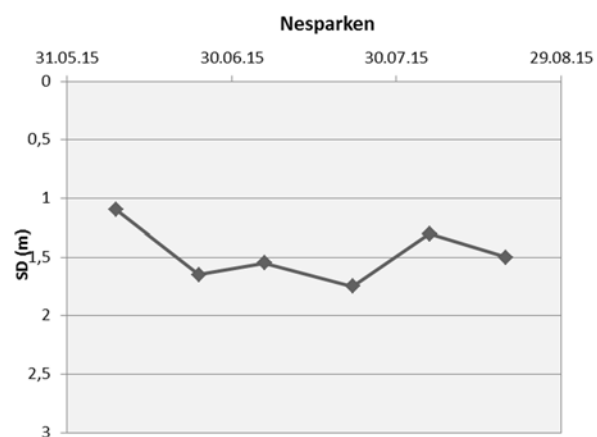
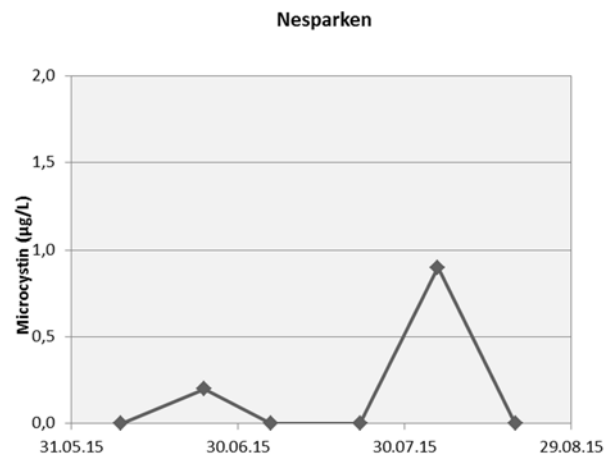
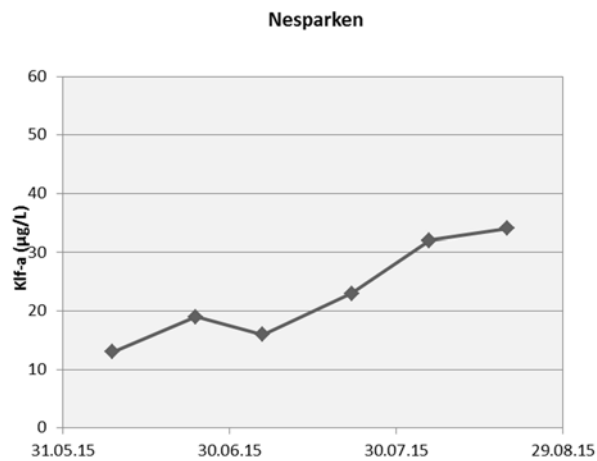
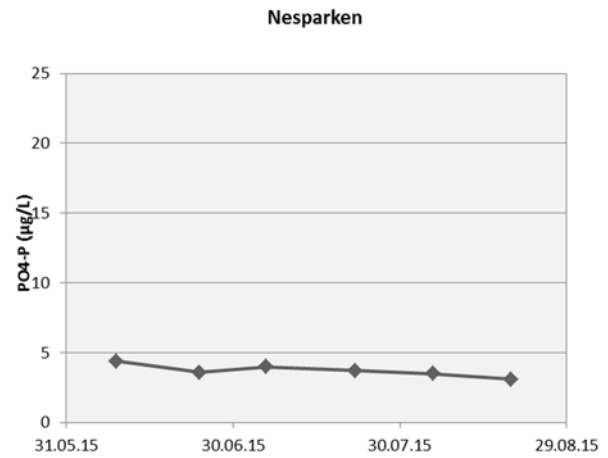
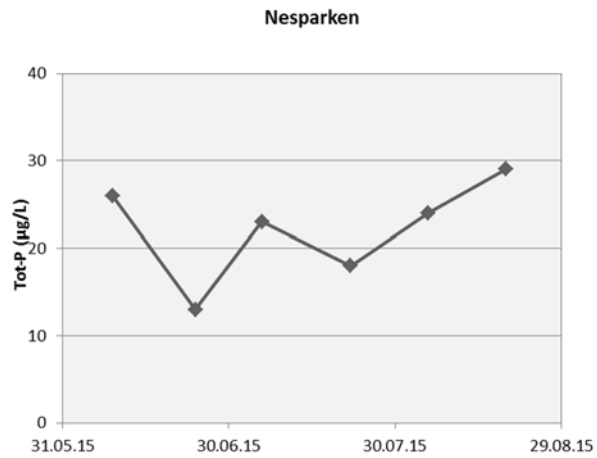
Basisdata: Vannkjemiske data og siktedyp

Dato	KLA µg/l	Tot-P µg/l	Tot-P/P µg/l	PO4-P µg/l	Tot-N µg/l	NH4-N µg/l	NO3-N µg/l	SiO2 mg/l	STS mg/l	SGR mg/l	TOC mg/l	Farge mgPt/l	Siktedyp m	Microcystin µg/l
29.04.2015	6	40	31	4,3	830	16	660	6200	7,1	5,3	8,9	58	1,2	0
13.05.2015	4,6	23	3 <	2	820	16	700	4700	5,4	3,8			1,4	0
27.05.2015	11	23	5	3,7	790	7	570	1800	5,7	2,4	8,3	54	1,2	0
09.06.2015	14	20	8	3,9	910	6,4	710	1600	6	3,4			1,35	0
24.06.2015	18	20	16	3,8	760	12	540	580	5,9	2	9,1	47	1,5	0
06.07.2015	17	25	4	2,7	710	13	450	500	6,4	1,5			1,6	0,2
22.07.2015	23	22	8	3,8	630	23	330	740	6,3	4	7,9	44	1,4	0
05.08.2015	28	23	2	2,5	450	9,7	170	540	4,1	1,5			1,3	0
19.08.2015	34	26	12	5	450	11	110	450	8	3,2	9,5	43	1,4	0,2
02.09.2015	15	29	14	4,3	520	41	180	800	6,2	3,2			1,3	0,3
17.09.2015	6,1	22	8	3,3	800	33	520	1200	4	3,2	9,5	58	1,4	0
30.09.2015	5,2	30	14	5,4	680	35	660	1700	4,8	2,4			1,2	0,2
14.10.2015	3,2	28	13	4,9	870	20	690	1900	3,4	2,4	11	71	1,2	0
Snitt	14,2	25,5	10,6	3,8	709	18,7	484	1747	5,6	2,9	9,2	53,6	1,3	0,1
Snitt J-S	17,8	24,1	9,6	3,9	657	20,5	408	901	5,7	2,7	9,0	48,0	1,4	0,1

Figurer: Suspendert stoff/gløderest, farge og totalt organisk karbon (TOC) og langtid planteplankton



Nesparken



Utvikling i totalfosfor, fosfat, klorofyll-a, microcystin og siktedyp i Nesparken i 2015

Vedlegg 6. Næringsstoffbudsjett og arealspesifikke tilførsler

Næringsstoffbudsjett – ikke vannføringsnormalisert

Metodikken er beskrevet i Skarbøvik m.fl. (2008).

Fosforbudsjettet (TP) for nedbørfeltet (ikke justert for vannføring eller areal):

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15	Snitt
TP:	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Hobøelva	6,5	23	16,7	28,8	9,8	16,4	13,4	9,3	12,9	17,9	15,1	15,4
Svinna	1,7	2,6	2,5	3,9	2,1	2,3	2,3	2,2	3,1	2,9	3,0	2,6
Mørkelva	0,7	1	1	1,4	1	1,4	1,2	1,3	1,7	1,3	1,6	1,2
Veidalselva	0,8	1,3	1,2	1,8	1,2	1,4	1,45	1,3	1,9	1,7	1,9	1,5
SUM Storefjn*	9,7	27,9	21,4	35,9	14,1	21,5	18,3	14	19,6	23,8	21,6	20,7
Retensjon **	5	19	12	21	6	14	8	6	13	11	7,9	11,2
Sundet	4,4	9,4	9,7	15,4	8,6	7,9	10,4	8,2	6,4	12,8	13,7	9,7
V.Vansjø***	1,7	4,1	5,3	3,7	2,7	2,5	4,1	3,3	2,3	4,0	3,8	3,4
Sum v Vansjø	6,1	13,5	15	19,1	11,3	10,4	14,5	11,3	8,7	16,8	17,5	13,1
Retensjon **	-1	0	2	2	1	2	5	1	3	1	1,3	1,6
Mossefossen	7,1	13,4	13,1	17	9,9	8,4	9,5	9,9	11,6	15,6	18,8	12,2

	Beregnet ved slamføringskurve
	Beregnet ved lineær interpolasjon
	Umålt; beregnet fra forholdet mellom TP og vannføring (2006, 2007) og vannføring i 2005.
	Umålt, beregnet fra forholdet mellom TP i Veidalselva og Mørkelva 2005-2014.
	Prøver kun fra mai-oktober; lineær interpolasjon benyttet.
	Beregnet fra de andre tilførselstallene i tabellen

*Bekkefeltene rundt Storefjorden er ikke beregnet og derfor ikke satt inn i tabellene, men en tidligere beregning antok at disse bidro med ca. 2 tonn per år (ved normal vannføring) (Skarbøvik m.fl. 2008).

** Retensjonen må anses som usikker, bl.a. fordi den er basert på beregning av de andre tilførselstallene som også har en usikkerhet.

*** Omfatter lokale tilførsler både til Vanemfjorden og Mosseelva. Er beregnet fra oktober-oktober for alle år.

Nitrogenbudsjettet (TN) for nedbørfeltet (ikke justert for vannføring eller areal).

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15
TN:	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Hobøelva			256	333	184	353	211	221	210	250	295
Svinna			61	49	57	56	52	62	50	59	66
Mørkelva			18	29	26	26	23	21	21	17	31
Veidalselva			15	30	20	21	22	19	16	14	31
SUM Storefjn			350	441	287	456	308	323	297	340	423
Sundet			-	-	297	306	372	359	265	424	432
V.Vansjø*			36	-	-	16	14	12	15	32	58
Mossefossen	240	569	447	505	330	298	362	361	340	455	525

	Annet halvår basert på forholdet mellom konsentrasjon og vannføring i 1. halvår
	Beregnet ved lineær interpolasjon
	Umålt, beregnet fra forholdet mellom TN i Veidalselva og Mørkelva 2007-2014.
	Beregnet fra de andre tilførselstallene i tabellen

* Omfatter lokale tilførsler både til Vanemfjorden og Mosseelva. Er beregnet fra oktober-oktober for alle år.

Budsjett for suspendert tørrstoff (SS) for nedbørfeltet (ikke justert for vannføring eller areal).

	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15
SS:	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Hobøelva	2 210	12 000	6 008	11 519	3 945	9 892	10402	4668	8151	11455	9021
Svinna	-	700	469	958	502	574	679	583	915	1075	1162
Mørkelva	-	540	368	592	604	855	945	772	1252	869	926
Veidalselva	-	730	475	821	784	883	1144	718	1319	1064	1060
SUM Storefjn	-	13970	7320	13890	5835	12204	13170	6741	11627	14463	12169
Sundet	-	-	-	-	1 278	1 900	1 668	1222	1470	3055	2902
V.Vansjø*	-	454	1219	939	682	768	1 361	1218	915	1444	1124
Sum v Vansjø	-	-	-	-	1960	2668	3029	2440	2385	4499	4026
Mossefossen	1271	2301	2 642	3 492	1 793	1 770	1 833	1765	2258	3360	4201

	Beregnet ved slamføringskurve
	Beregnet ved lineær interpolasjon
	Umålt, beregnet fra forholdet mellom TN i Veidalselva og Mørkelva 2007-2014.
	Annet halvår umålt og ble beregnet basert på vannføring annet halvår og forholdet mellom konsentrasjon og vannføring i 1. halvår.
	Beregnet fra de andre tilførselstallene i tabellen

* Omfatter lokale tilførsler både til Vanemfjorden og Mosseelva. Er beregnet fra oktober-oktober for alle år.

Vannføringsnormalisert fosforbudsjett for vassdraget

Vannføringsnormaliserte tilførsler av totalfosfor i vassdraget 2005-2015:

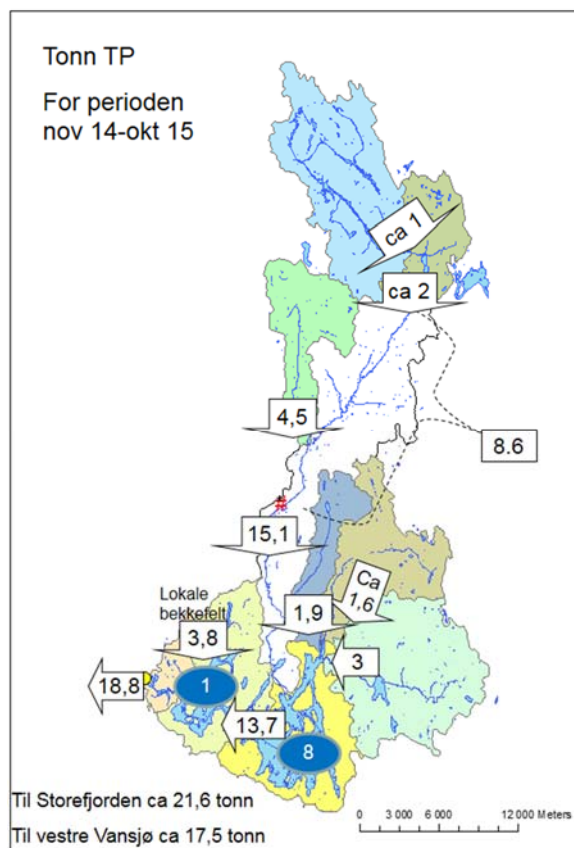
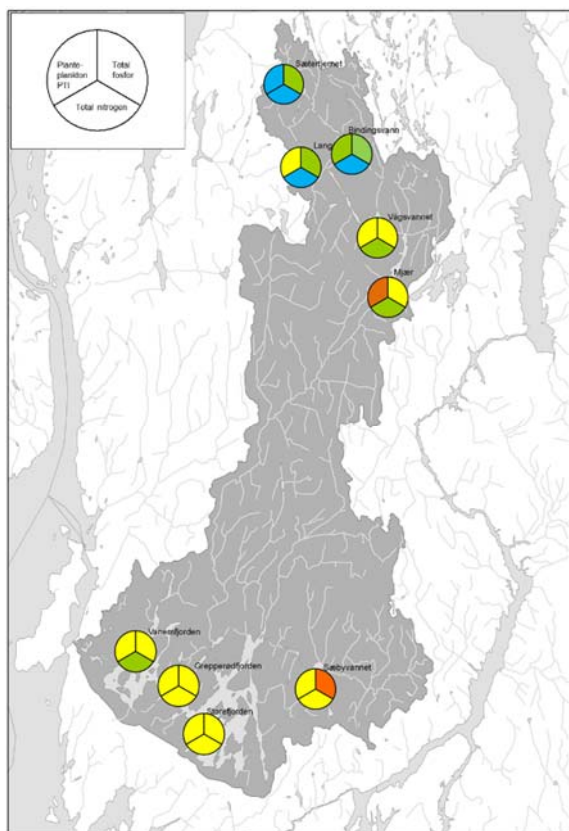
	2005	2006	2007	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15	2005-15 (snitt)
	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP
	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Kråkstad-elva			4	5	3,5	4	3,3	3,4	5,4	4,7	4,5	4,2
Hobøl-elva	8,8	16,8	16,4	20,1	9,1	14,4	11,2	8,1	10,5	12,6	10,3	12,6
Svinna	2,3	1,9	2,5	2,7	1,9	2	1,9	1,9	2,5	2,0	2,0	2,2
Mørkelva	0,9	0,7	1	1	0,9	1,2	1	1,1	1,4	0,9	1,3	1,0
Veidals-elva	1,1	0,9	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3	1,1	1,5	1,2	1,1	1,2
Sum Storefjñ	13	20	21	25	13	19	15	12	16	17	14,7	16,9
Sundet	6	6,6	8,1	12,8	8	7,7	8,4	7,1	5,5	4,4	7,5	7,5
V.Vansjø *	2,4	3,6	3,2	2,6	2,4	2,2	3,1	2,9	2,0	2,6	2,4	2,7
Sum v Vansjø	8,4	10,2	11,3	15,4	10,4	9,9	11,5	10,0	7,5	7,0	9,9	10,2
Mossefossen	9,6	9,4	10,9	14,1	8,7	8,2	7,9	8,6	10,2	7,9	10,3	9,6

* Omfatter lokale tilførsler fra bekkfeltene både til vestre Vansjø og Mosseelva. Er beregnet fra oktober-oktober for alle år.

Referanse til dette vedlegget:

Skarbøvik, E., Rohrlack, T. Beckmann, M., Andersen, T., Færøvik, P.J., 2008. Vansjø-undersøkelsene 2007: Resultater fra overvåking og undersøkelser i innsjø og tilførselsbekker/-elver i 2007. Bioforsk rapp. 72 (3) 2008. 115 s.

Vedlegg 7. Faktaark (Utvidet sammendrag)



Tilstanden i Morsavassdraget i 2015

Overvåkingsåret november 2014 - oktober 2015 var preget av mye nedbør og høye vannføringer, med påfølgende høye tilførsler til innsjøene. Langtidsutviklingen i Hobølelva tilsier likevel at det er mindre fosfor i forhold til partikler. Det har blitt observert en vesentlig tilbakegang av algen *Microcystis* i Vanemfjorden og Nesparken etter 2006, noe som er bra for badevannskvaliteten

Mye nedbør og høy vannføring medførte dette året høye tilførsler av partikler og næringsstoffer fra elver og bekker til innsjøene. Fosfortransporten i Hobølelva var likevel noe lavere enn i fjor, og andelen fosfor per partikkel i denne elva har vært relativt lav de siste 6 årene. Tilførslene fra lokale bekkefelt til vestre Vansjø var omtrent som i fjor.

I perioden 2012-2015 har fosfornivået sunket noe både i Vanem- og Storefjorden, til tross for økt nedbør disse årene. Dette kan ha sammenheng med at mye av nedbøren har kommet sent på høsten og om vinteren,

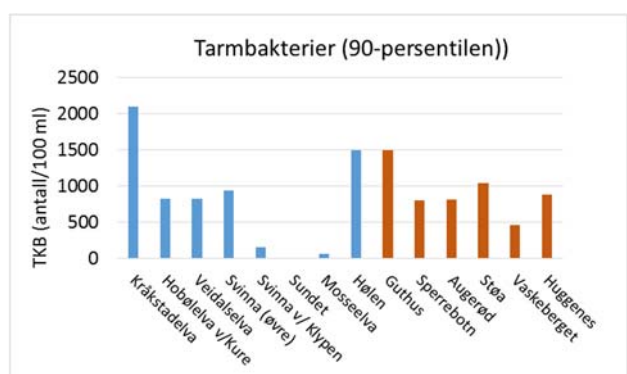
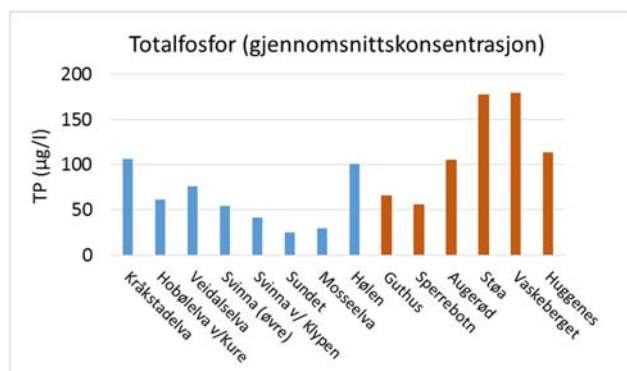
mens fosforkonsentrasjonen måles fra mai til oktober. Det er observert en vesentlig tilbakegang i biomassen av *Microcystis*arter i Vanemfjorden og Nesparken etter 2006, noe som er bra for badevannskvaliteten siden *Microcystis* produserer algegiften microcystin.

Faktaarket er skrevet av Eva Skarbøvik, Sigrid Haande og Marianne Bechmann. Arbeidet er rapportert i NIBIO Rapport 2016, nr. 42 (Vol. 2). Overvåkingen er utført på oppdrag for Vannområdeutvalget Morsa, med finansiering fra Miljødirektoratet, fylkesmennene i Østfold og Oslo & Akershus, Østfold fylkeskommune og kommunene i vannområdet.

Tilførselselver og -bekker

Konsentrasjoner

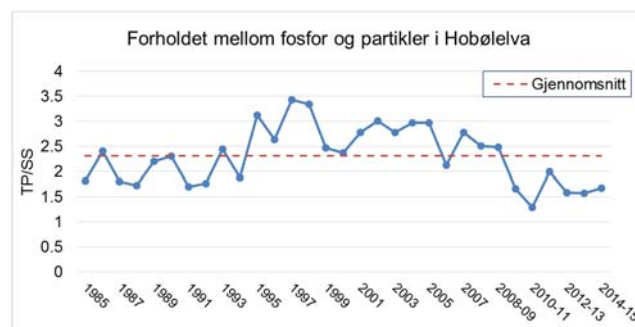
Figurene under viser gjennomsnittskonsentrasjoner av totalfosfor og 90-persentilen av tarmbakterier (termotolerante koliforme bakterier; TKB). Bekkene som drenerer til vestre Vansjø er gitt rød farge. Ingen av bekkene eller elvene oppnådde fastsatte miljøkrav for fosfor i overvåkingsperioden. Fosforkonsentrasjonene er høyest i enkelte bekker som drenerer til vestre Vansjø. I forhold til størrelsen på nedbørfeltet er det også høye konsentrasjoner i Kråkstadelva, Hobøelva, Veidalselva, Svinna ved innløp Sæbyvann, og i Hølenelva. Særlig i Kråkstadelva og Hølenelva ser det ut til at høye fosforkonsentrasjoner kan ha sammenheng med høye verdier av tarmbakterier. Av bekkene rundt vestre Vansjø hadde Guthusbekken mest tarmbakterier.



Totalfosfor (gjennomsnittskonsentrasjon; øverst) og tarmbakterier (90-persentil; nederst) i elver og bekker i Morsa, inkl. Hølenelva. Små bekkefelt til vestre Vansjø er vist med rød farge.

Tilførsler til Storefjorden

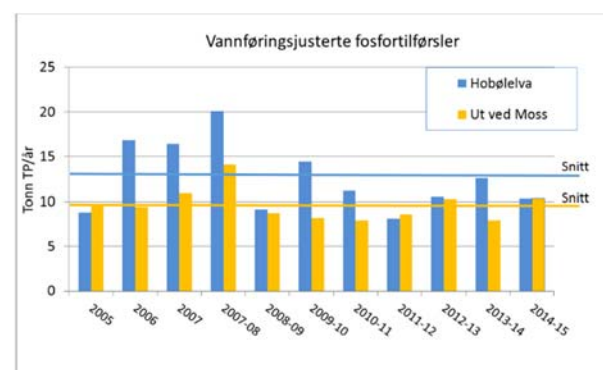
Hobøelva er det største tilførselselva til Storefjorden. Vannføringen i denne elva har økt noe de siste årene, og det samme har partikkelmengden. Derimot har andelen fosfor på partiklene gått ned. Dette er illustrert i figuren under:



I Hobøelva har det blitt mindre fosfor i forhold til jordpartikler de senere årene.

Nedgangen i fosfor i Hobøelva de senere årene kan ha ulike årsaker. Det er ikke mulig å peke ut enkelttiltak som har hatt god innvirkning. Det er en svakt synkende tendens i mengden tarmbakterier i Hobøelva siden 2008. Reduksjonen av fosfor per partikkel i Hobøelva kan derfor dels skyldes redusert kloakk, men det er også sannsynlig at landbrukstiltak har bidratt. Det er fortsatt behov for tiltak for å redusere fosfornivået ytterligere.

Justerer vi fosfortilførslene målt siden 2005 i forhold til variasjoner i vannføring, så ligger Hobøelva i 2015 om lag 3 tonn under gjennomsnittet (som er på ca. 13 tonn), mens Mosseelva ligger på snittet på ca. 10 tonn.



Vannføringsjusterte fosfortilførsler i Hobøelva og utløpet av Mosseelva (Mossefossen) siden 2005.

Innsjøene

Oversikt over økologisk tilstand

Alle innsjøene er blitt klassifisert i henhold til vannforskriften. I tabellen under vises årsgjennomsnitt av klorofyll, totalfosfor (TP), total nitrogen (TN), samt PTI-indeks og siktedyp. Miljømålene er annerledes for Vanemfjorden og Grepperødfjorden (som er av innsjøtype 9/L-N8) enn de andre innsjøene (som er av typen 7/L-N3).

	Kl-a µg/L	PTI nEQR	TP µg/l	TN µg/l	Siktedyp m
Miljøsmål 7/L-N3	9	0,6	16	650	2,2
Sætertjern*	4,7	0,89	12,9	408	1,6
Bindingsvn**	6,5	0,69	12,2	359	1,6
Langen**	11,8	0,58	15,0	442	1,6
Våg**	15,6	0,50	18,0	536	1,7
Mjær	19,8	0,30	19,3	610	1,6
Sæbyvannet	9,7	0,49	33	1082	1,1
Storefjorden	6,9	0,48	22,0	1037	1,5
Miljøsmål 9/L-N8	10,5	0,6	20	775	2,4
Vanemfjorden	14,9	0,51	24,1	657	1,4
Grepperødfjn**	26,0	0,49	33,8	778	1,1

* 2012-data; ** 2013-data

Oppsummert gir dette følgende økologisk tilstand:

Sætertjernet	God økologisk tilstand	
Bindingsvannet*	God økologisk tilstand	
Langen*	Moderat økologisk tilstand	
Våg	Moderat økologisk tilstand	
Mjær	Dårlig økologisk tilstand	
Sæbyvannet	Moderat økologisk tilstand	
Storefjorden	Moderat økologisk tilstand	
Vanemfjorden	Moderat økologisk tilstand	
Grepperødfjn	Moderat økologisk tilstand	

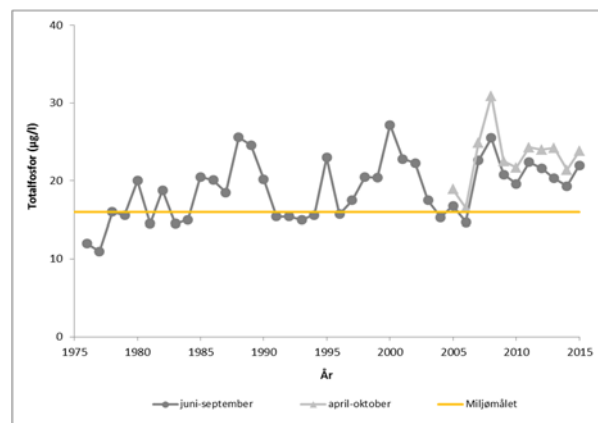
*Bindingvann og Langen ligger begge nær grensen mellom god og moderat.

Mjær

Mjær er vurdert til dårlig økologisk tilstand i 2015 pga. oppblomstringer av algen *Gonyostomum semen* (som kan gi kløe og ubehag ved bading) og cyanobakterier i deler av vekstsesongen. Innholdet av totalfosfor har variert mellom 20-30 µg/l siden midten av 1990-tallet, men det har vært en nedgang fra 2000 og frem til i dag.

Storefjorden

I Storefjorden var det dominans av kiselalger i 2015. Det var mindre av cyanobakterien *Aphanizomenon flos-aquae* som hadde en oppblomstring i 2013. Figuren under viser langtidsutvikling i konsentrasjonen av totalfosfor i Storefjorden. Årsaken til at vi i 2015 ikke ser samme nedgang i fosfor som i Hobølelva kan skyldes at innsjøene kun prøvetas i sommerhalvåret.



Langtidsserie for konsentrasjon av totalfosfor i Storefjorden. Gul strek er miljømålet.

Sæbyvannet

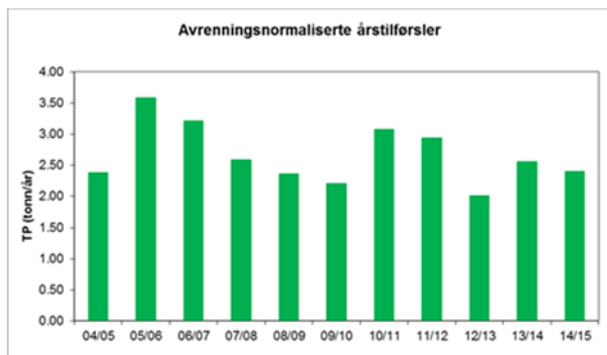
I Sæbyvannet er fosfornivået fremdeles for høyt i forhold til miljømålet. Vannet er vurdert til moderat økologisk tilstand i 2015. Det ble også i 2015 tatt fosforprøver av bunnvannet; disse viser at det er en svak interngjødsling i innsjøen, men de største fosformengdene kommer med tilførselselvene.

Vestre Vansjø

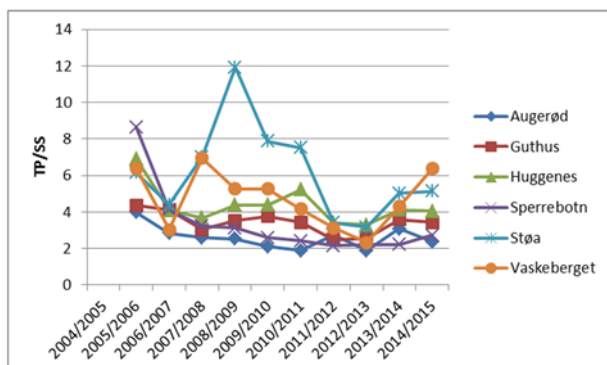
Tilførsler fra lokale bekkfelt

Lokale fosfortilførsler til vestre Vansjø i 2014/15 var ca. 3,8 tonn, noe som ligger over gjennomsnittet for hele overvåkingsperioden. Det var mye nedbør dette året og når vi justerer for den store avrenningen svarer tilførselene til 2,4 tonn fosfor i et 'normalår', som er noe under snittet for alle år. Totalfosfor utgjorde 6-11 % av SS i bekkene på raet (korn- og grønnsaksområder),

mens det utgjorde ca 3 ‰ i bekkene på østsiden (kornområder). TP/SS-forholdet viser tendens til nedgang i fire av seks bekker rundt vestre Vansjø. Mindre tilførsler fra spredt avløp og redusert fosforgjødsling kan ha bidratt til dette.



Avrenningsnormaliserte årlige tilførsler av totalfosfor i lokale bekkefelt som drenerer til vestre Vansjø og Mosseelva.



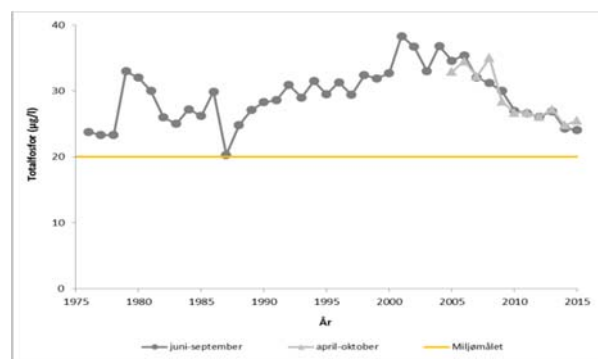
Tendens til nedgang i fosforinnhold i partikler i fire av seks tilførselsbekker til vestre Vansjø.

Vanemfjorden

Flommen i 2000 ga en kraftig økning i fosforkonsentrasjonen i Vanemfjorden. Mellom 2002 og 2014 har konsentrasjonen sunket gradvis, særlig i perioden 2007-2010, og det er mulig at tiltak i det lokale bekkefeltet har bidratt til denne nedgangen.

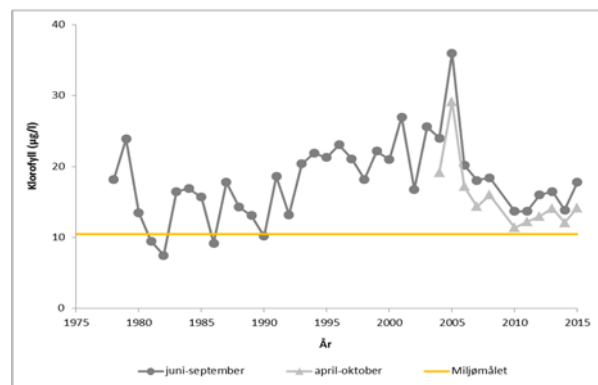
Det har blitt observert en vesentlig tilbakegang i biomassen av *Microcystis*-arter i Vanemfjorden og Nesparken etter 2006. *Microcystis* antas å være hovedprodusenten av algegiften microcystin i Vansjø.

Fargetallet har økt uvanlig mye i innsjøen fra 2006-2007. Årsaken er uklar, men dette har medført en kraftig reduksjon i siktedyp og algenes tilgang til lys.



Langtidsserie for konsentrasjon av totalfosfor i Vanemfjorden. Gul strek er miljømålet.

Algemengden i Vansjø er trolig i størst grad begrenset av lys, men fosfor-, nitrogen- og silikatbegrensning kan også spille en rolle, særlig i den siste delen av sommeren. Algen *Gonyostomum semen* har blitt mer dominerende i Vanemfjorden de siste årene, og denne algen er kjent for å klare seg godt i humusrikt vann.



Langtidsserie for konsentrasjon av klorofyll-a i Vanemfjorden. Gul strek er miljømålet.



NIBIO
NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI



Vannområdeutvalget Morsa
Herredshuset, Kjosveien 1
1592 Våler i Østfold
Telefon: 69 28 91 24
E-post: morsa@valer-of.kommune.no
www.morsa.org

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.

